

Archivo de audio # 6

Buenos días y bienvenidos al 6º y último seminario web de la serie Utah Connected Webinar. Mi nombre es Muriel Xochimiltl y seré su facilitadora para este evento. Esta serie de seminarios web, como muchos de ustedes saben, ya que han asistido a varios de nuestros seminarios web hasta ahora, tiene como objetivo fomentar la colaboración y promover el intercambio de información entre UDOT y sus socios. Destaca 6 implementaciones exitosas en Utah, incluidas implementaciones significativas con vehículos conectados que han ayudado a mejorar la movilidad, la seguridad y la calidad de vida aquí en Utah. Este seminario web se está grabando y se pondrá a disposición del público dentro de una semana a partir de hoy. Antes de comenzar, me gustaría señalar que UDOT no respalda explícitamente a ninguna empresa, servicio o producto, pero valora mucho a sus socios en estas implementaciones que destacamos a través de la serie de seminarios web para que las cosas comiencen, primero queremos pedirles a cada uno de ustedes que han asistido con nosotros hoy que respondan algunas preguntas. Sus respuestas se mantendrán anónimas y se combinarán con todas las demás respuestas. Esto nos ayuda a darnos una idea de quién nos acompaña hoy. ¿Le vas a dar a cada uno de ustedes un minuto para responder? La primera pregunta, ¿qué rol te describe mejor? ¿Eres ingeniero, planificador? ¿Un investigador? ¿Consultor? ¿Legislador? ¿Algo más? ¿En qué sector de la industria trabajas? ¿En el sector público, en el sector privado, en organizaciones sin fines de lucro, en la academia o tal vez en algo más? Y luego, ¿cuánto tiempo ha trabajado en el campo menos de cinco años, de 6 a 10 años, de 11 a 15 años, de 16 a 20 años, de 21 a 25 años o tal vez incluso más que eso? Perfecto. Por lo tanto, parece que la mayoría de las personas que se unen a nosotros hoy son ingenieros. Estás en buena compañía. Tenemos varios ingenieros que se presentan hoy. Algunos de ustedes son planificadores, investigadores, otros tipos de consultores. Incluso tenemos un legislador y algunas personas que se unen a nosotros desde otros campos. En cuanto al sector, tenemos una mezcla bastante equilibrada de lo público, lo privado y lo académico. Por el tiempo que todos ustedes han trabajado en el campo, parece que en todos los ámbitos, algunos recién están comenzando en la profesión. Algunos han existido durante mucho tiempo. De cualquier manera, agradecemos su asistencia al seminario web de hoy, y seguiremos adelante y entraremos de lleno en él.

Por lo tanto, la preparación automatizada de los vehículos para la carretera. UDOT desplegó dos vehículos automatizados para evaluar la compatibilidad de las carreteras de Utah con las tecnologías de vehículos automatizados conectados. En concreto, el asistente de mantenimiento de carril o LKA y los sistemas avanzados de asistencia a la conducción. Cada vehículo estaba equipado con un conjunto completo de sensores de conducción automatizada, como cámaras avanzadas, lidar, radar y sistemas de posicionamiento. Los vehículos se condujeron en diferentes segmentos de carreteras en todo el estado para registrar los datos del sensor automatizado. Este seminario web destacará los hallazgos del estudio, explicando qué tan bien las carreteras de Utah respaldan estas tecnologías automatizadas e identificará

desafíos y oportunidades para que otros DOT en todo el país los consideren en implementaciones futuras. Si tiene alguna pregunta a lo largo del seminario web de hoy, no dude en dejarla allí mismo en el chat. Es un icono o la función de preguntas y respuestas, que es el icono situado en la parte inferior de la pantalla. Deberíamos tener tiempo para responder a las preguntas de todos hoy, pero si no lo hacemos, nos aseguraremos de hacer un seguimiento con usted después del hecho y obtener respuestas a su pregunta. El programa de hoy consta de tres increíbles oradores. Primero comenzaremos con Blaine Leonard. Esperemos que a estas alturas todos hayan tenido la oportunidad de conocer a Blaine, pero para aquellos de ustedes que no lo han hecho, él es el gerente de tecnología de transporte en UDOT. En este puesto, lidera la planificación y el despliegue de la tecnología de vehículos automatizados conectados. Blaine ha presidido el grupo de trabajo de la Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte de Vehículos Automatizados Conectados y ha dirigido el Grupo de Trabajo Táctico del Desafío SPaT. Actualmente es copresidente del Subcomité de Tecnología de Ashdod y de la Sociedad de Ingenieros Automotrices conectados. Antes de unirse a UDOT en 2001, Blaine pasó 20 años en el negocio de la ingeniería de consultoría. Blaine tiene una licenciatura y una maestría en ingeniería civil de la Universidad de Utah.

Gracias, Muriel, y gracias a todos por acompañarnos hoy. Déjame asegurarme de que puedo compartir mi pantalla aquí. Agradezco que todos estén aquí. Cuando empezamos a planificar estos webinars hace un año. Trabajamos mucho para averiguar exactamente qué cubriríamos y cómo lo haríamos. Es difícil de creer ahora que estamos en nuestro último seminario web. Ha sido un viaje. Ha sido un poco de trabajo. Esperamos que todos hayan disfrutado participando en estos. Tres de nuestros seminarios web se centraron específicamente en los despliegues de vehículos conectados y nuestro seminario web más reciente se centró en la detección acústica distribuida, que utiliza fibra para detectar lo que sucede a lo largo de la carretera. Hoy cambiamos un poco más de marcha y observamos si nuestras carreteras están preparadas para los vehículos automatizados. En primer lugar, antes de entrar en materia. Me gustaría agradecer a la Administración Federal de Carreteras, tanto en su equipo de subvenciones nacionales como en la oficina local de FHWA, que nos han apoyado a lo largo de nuestro viaje de estos diversos proyectos innovadores. De hecho, estos seminarios web se ofrecen a través de nuestra financiación ATC MTD y los apreciamos. El tema de hoy específicamente no formaba parte de nuestra subvención ATC MT, pero está relacionado con otros trabajos de vehículos automatizados que hicimos y sentimos que era importante compartir esto y que sería interesante para la gente. Quiero agradecer a Muriel y a su equipo de X Factor que nos han ayudado a planificar, organizar y ejecutar todos estos seminarios web. Han ido más allá y realmente han hecho un trabajo increíble. Todos ustedes estuvieron aquí porque hicieron un gran trabajo de marketing de estos. Y por eso queremos darles las gracias. También quiero agradecer a los presentadores de hoy, que además de mí son Peter de UDOT y Phil de BSI Labs. Escucharás una buena cantidad de detalles de ellos. Por último, por supuesto, quiero dar las gracias a todos los que estáis hoy con nosotros y que podéis ver esto. En el futuro, agradecemos que todos se unan. Es por eso que hicimos esto para poder compartirlo con todos. Es posible que algunos de ustedes se unan a este seminario web. Es posible que otros se hayan unido a otros. Me interesaría saber si alguno de ustedes se ha unido a los seis en

vivo. Tendríamos un premio para ti. No sé cuál sería ese precio, pero gracias a todos por acompañarnos y participar con nosotros. Y gracias por las preguntas que nos hicieron mientras hacíamos estas presentaciones, nos ayudaron a nosotros y ayudan a todos los demás. Y eso ha sido realmente útil en el camino. Así que, como dijo Muriel, nuestro objetivo de estos webinars es realmente promover el intercambio de información, compartir nuestras lecciones aprendidas con el resto de ustedes. Por lo tanto, pueden repetir algunos de nuestros éxitos sin repetir algunos de nuestros fracasos y fomentar la colaboración entre agencias y entidades que están tratando de superar los límites y hacer tecnologías innovadoras, queremos apoyar y alentarlos a todos a salir y hacer algunas de las cosas que hemos hecho para que podamos avanzar en la seguridad y la movilidad en el transporte. Hablando de eso, dos de los objetivos principales de UDOT son la seguridad y la movilidad, y en nuestro grupo de tecnología de transporte, estamos muy enfocados en esos dos objetivos específicos. Además, como hemos hablado en el pasado, también estamos interesados en encontrar una manera de obtener un conocimiento completo de la situación de nuestros corredores, averiguar qué está sucediendo en nuestra red de carreteras para que podamos responder de manera más efectiva y preparar nuestras carreteras para los vehículos de producción equipados con vehículos conectados, y agregaré vehículos automatizados a medida que nos lleguen de los fabricantes de automóviles. Como indiqué, el enfoque de hoy es realmente sobre la tecnología de vehículos automatizados, esto realmente se enfoca en nuestros objetivos estratégicos de seguridad, 0 muertes de cero lesiones, cero choques. Creemos que estos sistemas avanzados de asistencia al conductor o ADAS y los vehículos automatizados mejorarán la seguridad en nuestras carreteras. Y reducir los accidentes y salvar vidas. Queremos saber cómo apoyar el desarrollo seguro de esos sistemas y alentarlos a tener más éxito. Y hemos emprendido una serie de proyectos para tratar de lograr eso. Somos. No somos un desarrollador de tecnología de vehículos automatizados, como un punto estatal, ese no es nuestro trabajo. Una de las cosas en las que hemos pasado tiempo pensando es cuál es nuestro papel, especialmente con los vehículos automatizados, qué deberíamos hacer para asegurarnos de que puedan desplegarse de forma segura, y el esfuerzo de hoy realmente se centra en eso. La preparación para la carretera de vehículos automatizados es el título de hoy y, como dice, queremos saber si nuestras carreteras pueden soportar la tecnología de vehículos automatizados. Hay algunas cosas que podemos hacer y otras que pueden estar fuera de nuestro control. ¿Y cuáles son algunas de esas cosas? Entonces, en este proyecto en particular, este proyecto nació de un deseo original de obtener un vehículo automatizado para conducir desde Salt Lake City hasta nuestra frontera sur de Utah, aproximadamente 300 millas sin intervención humana. A medida que evaluamos la perspectiva de ese tipo de proyecto y comenzamos a pensar por qué estábamos haciendo eso y qué estábamos tratando de lograr, comenzamos a cambiar a algo un poco más práctico para evaluar qué tan bien nuestras carreteras soportarían un vehículo automatizado en ese tipo de viaje. Como indiqué, no construimos vehículos automatizados y sentimos que un estudio de nuestra infraestructura y cómo puede soportar estos vehículos era algo que encajaba bien en nuestro ámbito de trabajo. Los vehículos modernos de hoy en día, como verá más adelante en la presentación, usan abrumadoramente cámaras para ver nuestras marcas en el pavimento. ¿Qué tan visibles y consistentes son esas marcas en el pavimento? Es interesante cuando hablamos con la gente sobre los vehículos automatizados, los miembros del público, las personas que viven al lado de usted y de mí, tienen una amplia gama de ideas y conocimientos

sobre cómo funcionan estos vehículos automatizados. Me preguntan si tenemos cables enterrados en la carretera que le dicen al coche cuándo está en su carril y cuándo no, o si hay algún tipo de sistema satelital que lo alimenta, y muchos de ellos se sorprenden al saber que una cámara orientada hacia delante en el coche de su coche está leyendo las rayas de pintura y demás. Eso, eso solo refuerza que tenemos más trabajo por hacer con el alcance público, pero también tenemos más trabajo por hacer como agencias para asegurarnos de que nuestras marcas sean buenas. Ha habido algunos estudios nacionales sobre infraestructura para apoyar a los vehículos automatizados específicamente, ha habido algunos estudios que analizan las marcas en el pavimento, las tiras de pintura. Pero realmente no hay un buen consenso de la industria respaldado por los fabricantes de estos dispositivos. Estos vehículos en cuanto a lo que nosotros como agencias realmente deberíamos estar haciendo, ¿deberían nuestras franjas ser más anchas? ¿Deberían ser más brillantes? ¿Deberían ser de un estilo diferente? Esas son preguntas que todavía están un poco por ahí. Y entonces, decidimos mirar el nuestro y ver si podíamos tener una idea de nuestras marcas en el pavimento y qué tan bien podrían soportar estos sistemas. Entonces, esos son los objetivos de nuestro proyecto, evaluar la capacidad de nuestra infraestructura y ver qué tan buenas son nuestras marcas de carril. Queríamos utilizar sistemas reales a bordo para hacer esa evaluación y los laboratorios de VSI nos aportaron esa capacidad. Al ver los resultados de estos estudios y hubo dos instancias separadas de estudios que cubrieron muchas carreteras en Utah, nos preguntamos ¿qué mejoras necesitamos? ¿Qué tipo de cosas deberíamos revisar en nuestros estándares y prácticas aquí en el punto para que nuestras marcas de pago sean más propicias? Durante este estudio, trajimos a VSI Labs, y ellos inspeccionaron 1600 millas de carreteras, esencialmente, y las ves aquí en el mapa de Utah. Algunas de estas son carreteras interestatales urbanas en Salt Lake y sus alrededores, en el condado de Utah y en la ciudad de Saint George. Algunos lo son, muchos de estos caminos son carreteras interestatales rurales que atraviesan lugares muy despoblados. A veces zonas remotas de nuestro gran estado. También hicimos carreteras rurales y algunas de nuestras principales vías rurales. A pesar de que son solo un carril en cada dirección, pasan por varias ciudades y pueblos en el camino, y en algunas de nuestras partes más rurales del estado, queríamos ver cómo funcionan estos sistemas allí, y verán que hay diferencias entre ellos. Esa calle rural cuando pasa por tierras de cultivo y esa calle rural cuando pasa por un pueblo. También miramos las carreteras de Canyon y verás un par de esas grandes y pequeñas Cottonwood Canyon específicamente en el área de Salt Lake que suben a nuestras estaciones de esquí para ver qué podríamos aprender sobre esas carreteras. Y la capacidad de estos sistemas para operar allí, también hicimos algunos estudios diurnos y nocturnos para comparar las capacidades con luz solar y sin luz solar. Y creo que Phil hablará de algunos de ellos. Consideramos tratar de hacer algunos estudios que compararan el clima despejado con el clima lluvioso, pero no pudimos averiguar cómo encender la lluvia cuando se estaba llevando a cabo el estudio, por lo que eso realmente no sucedió, aunque estaríamos muy interesados en eso si pudiéramos averiguar cómo cronometrarlo adecuadamente. Así que. Así que eso es una especie de resumen de por qué hicimos lo que hicimos. Hoy vamos a obtener un buen detalle de Peter de UDOT y Phil de VSI sobre lo que hicimos en este estudio y cómo funciona, cómo funcionan los sistemas y cuáles fueron los resultados para un buen resumen sucinto de lo que van a hablar. Si entras en nuestra web transportationtechnology.utah.gov donde también colgaremos el vídeo de hoy del webinar de hoy y todas estas presentaciones. Si vas a ese sitio

web, encontrarás un video de YouTube que es un breve resumen sincronizado de este proyecto que se hizo hace un año más o menos. Y ahora les presentaremos el proyecto mostrándoles ese video y luego pasaremos a Peter y Phil. Así que, con eso, le daré la palabra al equipo de Muriel, que reproducirá este vídeo de preparación para la carretera. Gracias por estar hoy con nosotros.

La tecnología de vehículos conectados y automatizados es la próxima oportunidad para dar un salto significativo tanto en la seguridad vial como en la movilidad.

Uno de los objetivos clave que tenemos aquí en UDOT es la seguridad. Queremos, queremos llegar a 0 muertes, 0 choques, 0 heridos. Creemos que las tecnologías de vehículos conectados y automatizados nos ayudarán a conseguirlo. No sabemos qué tan bien van a funcionar hasta que las probamos y no sabemos qué tan bien estamos, qué tan listos estamos para algunas de estas tecnologías hasta que las probamos y las hacemos. Y este estudio, este estudio nos lleva allí.

En agosto de 2021, UDOT se asoció con VSI Labs para realizar un estudio de preparación para vehículos automatizados, o AV, para evaluar la compatibilidad de las carreteras de Utah con la tecnología de vehículos automatizados. El estudio fue realizado por un equipo con dos vehículos, cada uno equipado con cámaras avanzadas, LIDAR, radar y sistemas de posicionamiento, que son las tecnologías utilizadas para la automatización de vehículos. Estos vehículos se condujeron en diferentes segmentos de carreteras en todo el estado para registrar datos de estos sistemas.

El objetivo de este proyecto es evaluar si nuestras carreteras están preparadas para soportar vehículos automatizados. A menudo preguntamos a los desarrolladores de vehículos automatizados qué necesitan de nuestra infraestructura, y dicen, bueno, se necesitan mejores franjas de pintura. Por ejemplo, este estudio nos ayudará a ser un poco más específicos sobre qué características de nuestras carreteras son útiles. No son útiles para vehículos automatizados. Si un vehículo automatizado circula por nuestra carretera. ¿Puede interpretar lo que ve de manera efectiva, o necesitamos hacer algunas cosas para preparar nuestras carreteras? Estos vehículos ven las rayas en las carreteras y así es como se mantienen en la carretera y en el carril.

Casi la mitad de los autos vendidos tienen cámaras orientadas hacia adelante que leen las marcas de carril para sus tecnologías de asistencia de mantenimiento de carril.

Como parte del estudio de preparación para los rayos UV, VSI Labs inspeccionó más de 1000 millas de carreteras dentro de Utah en estas tres rutas.

Elegimos tres pasillos muy diferentes. En primer lugar, comenzamos con la Interestatal 15, y condujeron desde Saint George hasta Salt Lake y luego de regreso a Saint George. Entonces, tenemos ambos lados. Luego elegimos un corredor más rural pero importante, la US 89 de Salina a Spanish Fork y de regreso. Y luego decidimos probar Little Cottonwood Canyon.

Podemos tomar los datos que recopilamos en estas misiones. Lo traemos de vuelta a nuestro laboratorio y realizamos lo que llamamos posprocesamiento al final del día, podemos encontrar áreas donde la operación segura de la tecnología de vehículos automatizados no es segura.

Los datos recopilados en este proyecto indicaron que la mayoría de las carreteras estudiadas son muy adecuadas para la asistencia de mantenimiento de carril y los sistemas de conducción automatizada. El estudio identificó algunos elementos de las carreteras estudiadas que necesitan mejoras, como el retrasado de los marcadores de carril ocasionalmente descoloridos o faltantes. Agregar franjas de área de mezcla de rampa y salida de rampa que cubran las marcas fantasma o las cicatrices de carril y utilizar marcadores de carril de alto contraste.

Esto nos permite comenzar a planificar nuestras operaciones de mantenimiento en UDOT para decir aquí están los estándares que debemos cumplir con nuestra eliminación de pagos, por ejemplo, estos son los problemas que debemos solucionar. Estos son los problemas que tenemos que resolver.

Además, la visión de Utah de la tecnología conectada y automatizada en nuestro estado UDOT continuará investigando y recopilando datos para mejorar la preparación de AV. Estudios como este ayudarán a UDOT a desarrollar tecnologías que nos acercarán significativamente a nuestra visión de 0 muertes, mejorarán la movilidad y el acceso, y traerán calidad de vida y mejoras económicas.

Perfecto. Esperamos que ese video haya ayudado a explicar la implementación de la que hablaremos hoy. Dejamos caer 2 enlaces en el chat. El primer enlace va directamente al sitio web de tecnología de transporte de UDOT y el segundo enlace es a ese video. Ahora voy a presentar a nuestros dos próximos presentadores, Peter Jager. Y Phil.

Por lo tanto, Peter es gerente de proyectos en el grupo de Tecnología de Transporte del Departamento de Transporte de Utah. Peter lidera el despliegue de vehículos en los sistemas de Infraestructura VI. Cuenta con más de 20 años de experiencia en el campo del tráfico y la ingeniería general, tanto en el sector público como en el privado. Peter tiene una licenciatura en Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Utah. Actualmente se desempeña como vicepresidente del capítulo de Utah del Instituto de Ingenieros de Transporte.

Phil Magney es el fundador y presidente de VSI Labs. Phil y su equipo llevan a cabo una investigación aplicada para examinar el rendimiento y la funcionalidad de las tecnologías de seguridad activa y conducción automatizada. VSI realiza exámenes funcionales de los componentes de HWSW, incluidos sensores, mapas de alta definición, redes neuronales INS y GNSS de visión artificial, servicios conectados y computación acelerada. Phil está formado en ISO 26262 y ha practicado la seguridad funcional en el contexto de la seguridad activa y las aplicaciones de conducción automatizada. Tiene un profundo conocimiento de los sistemas electrónicos automatizados, incluida la seguridad activa, los vehículos conectados y las tecnologías de conducción automatizada. De hecho, es el autor, literalmente ha escrito el libro de numerosos informes y artículos para publicaciones comerciales de la industria, además de ser un orador frecuente en conferencias y simposios automotrices globales. Phil se graduó de la Universidad de Minnesota, donde estudió matemáticas, sistemas de información y economía. Entonces, un tipo de números. En 2019, fue nombrado copresidente del Consejo de Vehículos

Conectados y Automatizados de Minnesota. Phil es actualmente un miembro activo de SAE International y colaborador de ITS International, así que con eso lo patearemos a Peter 1st y luego a Phil.

Permítanme cargar la presentación y, en primer lugar, comencemos a hablar sobre los niveles de automatización de la conducción. Los vehículos varían entre el nivel 0 y el nivel 5. Estos son los niveles que la Sociedad de Ingeniería Automotriz, o SAE, se ha propuesto para describir los diferentes niveles de automatización y vehículos en la actualidad. Por lo tanto, el nivel 0 sería 0. No habría automatización para los vehículos que requirieran el 100% de la operación por parte de un humano. Características como el control de cruce comienzan en el nivel uno que puede mantener la velocidad de un vehículo en la carretera. Se puede levantar el pie del acelerador, pero no hay otras operaciones y el nivel 2 es donde estamos hoy, donde tenemos una automatización parcial. Donde un vehículo puede mantenerse en el carril, a veces puede controlar su velocidad con el control de cruce adaptativo. Manténgalo alejado, ya sabe, manténgalo dentro del alcance del automóvil que está frente a él automáticamente, pero aún requiere manos en el volante, ojos en la carretera y operación por parte de un humano. Lo que los fabricantes de automóviles están apuntando es a los niveles 3-4 y cinco, el nivel 5 que no está presente hoy en día es poder operar en cualquier condición en cualquier momento con una automatización completa. Pero el tres y el cuatro están empezando a verse en el horizonte aquí, donde estamos estudiando, donde hay una automatización parcial y los taxis robóticos que están empezando a existir. Y ya sabes, en algunas ciudades tenemos cruceros, tenemos muchos más. Sabes dónde puedes llamar a un vehículo automatizado que se acerca y recoge, ya sabes, te lleva a algún lugar dentro de un área limitada, pero sin un humano detrás del volante, puede conducir completamente por sí mismo bajo ciertas condiciones y dentro de un cierto dominio operativo. Entonces, aquí lo que estamos viendo en el estado es ver cómo operarán estos vehículos en las carreteras hoy. Por lo tanto, nuestro oro principal aquí, como mencionó Blaine, es la seguridad, 0 muertes. UDOT también se centra en mejorar la seguridad de todos los usuarios de la red de carreteras. 0 muertes no solo se aplican a los choques de vehículos, sino a la protección de todos los usuarios, desde peatones, ciclistas hasta usuarios del transporte público. Por lo tanto, necesitamos saber cómo funcionarán los vehículos, no solo los que conducen las personas, sino también los vehículos automatizados. E incluso hoy en día, la mayoría de los coches nuevos se venden con estas tecnologías, como el asistente de mantenimiento de carril, el frenado automático y el control de cruce de profundidad. Y aquí hay más descripción de estas tecnologías. Así que, aunque el Nivel 5 está muy lejos en el futuro, estas tecnologías ya están aquí. Estos están en la carretera hoy en la carretera con advertencia de cambio de carril. El sistema de advertencia que mantiene eso le advertirá cuando su automóvil se salga de la carretera, mientras que la asistencia de mantenimiento de carril en realidad lo empujará de regreso al carril. Algo así como tener parachoques al costado de la carretera para mantener su vehículo en el carril. Y el mantenimiento activo del carril, o centrado del carril en realidad pone su automóvil en el medio de la carretera, lo mantiene conduciendo por el centro. Algo así como estar sobre rieles. Por lo tanto, estas son características de automatización de nivel 2 o nivel 3 o incluso nivel 2 plus, algunos lo llamarían. Contamos con control lateral y longitudinal total. Son apropiados para su uso en una carretera. Entonces, aquí hay un vistazo rápido al porcentaje cuando decimos que estas

características están disponibles hoy, están en porcentajes bastante altos en los autos nuevos que se venden hoy. Una vez que vea el círculo, su advertencia de cambio de carril está en el 70% de los automóviles nuevos y pronto será el 95%, por lo que es casi omnipresente. El mantenimiento del carril se evaluó un poco menos en 60% y 85%, pero estas no son solo características deseadas, sino comunes en los autos nuevos de hoy, por lo que a medida que todos los autos se salgan de la carretera y sean reemplazados por autos más nuevos, será muy común tenerlos en casi todos los vehículos en la carretera. Aquí hay un vistazo rápido. Descarga la presentación más tarde o mírala en YouTube. Puedes echar un vistazo a todas estas siglas. Hay muchos en el mundo de la automoción, ya sabes, pero. Aquí hay un buen vistazo a toda la tecnología mencionada en la diapositiva anterior, una buena descripción de la misma. Así que voy a hablar con Phil sobre cómo los coches leen la carretera. Hablará más sobre la tecnología que se utilizó en este estudio y luego mostrará algunas de las muestras de datos que se recopilaron en todo el estado como parte de estos estudios.

Gracias, Peter. Y bienvenidos a todos y gracias Blaine y Muriel, por crear esta oportunidad para que VSI comparta algunos de los hallazgos. Sí. Así que fuimos muy afortunados de tener esto, de tener esta oportunidad de hacer este estudio. Han pasado un par de años desde que lo empezamos y luego hicimos una segunda iteración el año pasado. Y realmente nos ha dado una tremenda visión de cómo estos vehículos leen la carretera, cómo reaccionan a ciertas situaciones y, ya sabes, las características generales de los sistemas de visión. Parece como si la baraja se hubiera detenido. Tengan paciencia conmigo.

Gracias. Aquí vamos. Muy bien, de nuevo a la pista. Gracias. Lo siento. Entonces, permítanme comenzar contándoles un poco sobre los laboratorios VSI. Al igual que UDOT, no estamos en el negocio de construir un mejor automóvil autónomo o una mejor solución ASH o un mejor algoritmo, sino que estamos en el negocio para ayudar a aquellos que están en esta misión de implementar en última instancia, ya sabes, tecnologías de vehículos conectados y automatizados, así como todos los sistemas de ayuda ASH que están llegando al mercado ahora. Y podemos decir con seguridad que realmente estos sistemas de ayuda a las cenizas son realmente los componentes básicos de la conducción automatizada, como hablamos como Peter mencionó anteriormente, ya sabes, un sistema de Nivel 1, ya sabes, ya sea ACC, que es el control longitudinal, LKA, ese es el control lateral, así que sabes $1 + 1 = 2$ literalmente. Así que estamos en el negocio para ayudar a aquellos que están diseñando estos sistemas, tanto desde el lado de la industria como desde el lado de la infraestructura, porque sabes que esa es la mitad de la ecuación. Ya sabes, cómo leen el camino y cómo reaccionan ante los escenarios en situaciones con las que se van a encontrar en el día a día. De hecho, hemos estado en el negocio unos 8 años. Con respecto al laboratorio, realizamos muchas pruebas y demostraciones. Tenemos estos vehículos, por lo que podemos integrar diferentes sensores en estos vehículos y probarlos y demostrar su rendimiento y realmente hacer una validación funcional de los componentes en gran medida. Nuestros vehículos ofrecen una plataforma compartida en cierto sentido, para aquellos en el ecosistema que quieren ver cómo funcionan sus componentes dentro del contexto de un vehículo de compra completa. Por lo tanto, la compilación patrocinada es la forma en que podemos financiar este reinicio. Y nos da una tremenda experiencia con los componentes. Y así, parte de ese proceso u otro servicio que brindamos serían pruebas de concepto y estos van a ser productos que no están en el

mercado, sino aquellos que están en una etapa de prototipo. Últimamente hemos estado trabajando mucho con diferentes tecnologías de cámaras, así como con cámaras térmicas y diferentes sistemas de infrarrojos. Como habrás escuchado, la nueva reglamentación propuesta por nitza también va a subir la apuesta en la detección de peatones y la detección de VRU. Por lo tanto, las nuevas tecnologías de sensores pueden tener un futuro brillante como resultado de eso. Hacemos recopilación de datos. Utilizamos nuestros vehículos y los operamos en la carretera, y registramos todos los datos, el registro de los datos es realmente vital porque ahí es donde se encuentra el análisis. Ya sabes, una cosa es operar un vehículo y tomar nota de cuándo tiene un problema, pero realmente para descomponerlo por completo vas a tener que tener datos grabados que puedas, ya sabes, reproducir y reexaminar, y en el caso de las agencias y en el caso de la preparación de AV, realmente estamos recopilando estos datos con el fin de evaluar cómo los detectores de carril y estos sistemas de control lateral leen la carretera. Por lo tanto, es realmente la legibilidad de la máquina de la carretera lo que podemos medir con esto. A continuación, hacemos la validación funcional de los componentes. Trabajamos mucho en los campos de pruebas utilizando diferentes tipos de personajes de VRU. Objetivos peatonales blandos, por ejemplo, como se muestra en la imagen de la derecha. Así que solo unas pocas observaciones iniciales sobre las marcas de carril. Realmente, cuando se trata de estas tecnologías, son los rieles para los sistemas de conducción automatizada. Realmente son la verdad fundamental definitiva. Y tienen la máxima prioridad cuando se trata de aplicar tecnologías para determinar hacia dónde va el coche. Por lo tanto, incluso si tiene un vehículo altamente automatizado con mapas de alta definición, por ejemplo, y localización de precisión, y puede, ya sabe, operar incluso cuando no puede ver las marcas de carril en una situación como esta, su GNSS probablemente no será lo suficientemente preciso como para hacer que funcione. Así que, al final del día, siempre confías en las marcas de carril reales para darte esa verdad definitiva. Hoy en día, es importante señalar que en realidad la mayoría de sus detectores de carril son redes neuronales convolucionales, por lo que son detectores entrenados por IA. La IA realmente se ha abierto camino en la automoción durante los últimos cinco u ocho años, incluso porque es realmente una excelente aplicación o la IA es para la clasificación de imágenes. Y la otra característica de los algoritmos de detección basados en IA es que pueden evolucionar y adaptarse. Y ya sabes, a medida que se recopilan datos, se recopilan nuevos datos, esos algoritmos se vuelven a entrenar, se vuelven más inteligentes, pueden manejar mejor diferentes tipos de situaciones. Y esos algoritmos se devuelven a la flota de vehículos. ¿Cómo leen los coches la carretera? Es increíble lo que puede hacer una cámara y lo que se puede hacer con la IA y eso es exactamente lo que está sucediendo aquí en este ejemplo, en realidad estamos viendo tres detectores diferentes funcionando simultáneamente y puedes ver dónde todos son importantes de forma natural. Para estas aplicaciones, obviamente se pueden ver las marcas de los carriles. Está anotando dónde cree que las marcas de carril están bien, y parece estar haciendo un buen trabajo en eso. No veo ningún problema con eso en absoluto. El área verdosa realmente está examinando lo que llamamos espacio libre manejable. Así que eso es como, eso es decirle al vehículo que mira, esto es esto es aquí está la carretera, está bien, eso y no importa los carriles, pero esta es la carretera y ni siquiera pienses en salirte del green, eso es lo que llamamos una detección de espacio libre. Y luego, obviamente, están clasificando los vehículos a medida que pasan e incluso están haciendo un trabajo bastante bueno incluso con

los vehículos que se aproximan. Así que, de nuevo, esto es por lo que está pasando el coche. Ahora, ¿qué sucede cuando estás en un camino de tierra? Bueno, obviamente no hay detectores de carril, por lo que no se puede confiar en eso. No estoy sugiriendo que esto sea seguro para usted, o incluso necesario para caminos de tierra como este, pero si lo aplicara a una situación como esta, no tendría más remedio que usar un detector de espacio libre. Eso al menos te dirá el espacio libre que se puede conducir. Y luego, tal vez tu algoritmo te diga que te centres entre eso sin marcas de carril. Ni siquiera vas a saber realmente dónde está el carril o dónde debería estar, la derecha o la izquierda, o incluso qué hacer cuando tienes un coche que se aproxima, pero el hecho es que puedes hacer mucho con las cámaras. Cuando funciona, funciona muy bien y estas cosas son sorprendentes lo avanzados que se han vuelto estos algoritmos. Incluso en los últimos dos años, desde el momento en que comenzamos este estudio, los algoritmos están mejorando y las cámaras también están mejorando mucho, especialmente para lidiar con, ya sabes, el contraste y situaciones como esa. Sí, esta es la autopista 2 de EE. UU. Esto está en el norte de Minnesota, si está operando sobre rieles aquí, esa franja de retumbar en el centro no duele. Y en este caso, no tiene ningún problema para encontrar las marcas de los carriles. Pero si esas marcas de carril estaban un poco descoloridas, tener esa banda sonora en realidad mejorará la detección, así que eso es. Vamos a ir al oeste con nuestra encuesta en un par de meses para hacer dos en el estado de Washington. Así que estamos deseando que llegue. Un diez perfecto. Está un poco pixelado aquí, pero realmente no se ve de esa manera, pero un diez perfecto es, ya sabes, es el 99%, ya sabes, las calificaciones de KPI y, como dije, cuando funciona, funciona muy bien. Esta es una sección de la I-94 que ha sido repavimentada recientemente y se ha hecho pensando en la cabina. Y así se utilizaron muchos materiales nuevos y diferentes aplicaciones, etc. Tenemos un segmento completo sobre la I-94 que vamos a estar listos para lanzar y en la próxima semana, entonces, ¿qué es? De acuerdo. Es una encuesta. Para determinar si las funciones automatizadas son seguras en sus carreteras, como dije, realmente estamos midiendo la legibilidad de la máquina de estas carreteras. Y luego nuestro objetivo es señalar las áreas en las que los sistemas de conducción podrían fallar. Del mismo modo, también señalamos las áreas que funcionan muy bien para que podamos ver lo que está sucediendo allí también. Es interesante. Mencionamos otras áreas que pueden impedir una operación segura, ya sea que se trate de un ancho de hombro limitado o tal vez una curva demasiado cerrada o tal vez una pendiente demasiado grande y no puede ver lo suficientemente lejos. Por lo tanto, nuestro objetivo es proporcionar información procesable que se pueda utilizar para aumentar la seguridad. Funcionamiento de estos ADAS y funciones de conducción automatizada. Entonces, lo que estropea las cosas, bueno, limita el contraste al final del día, estos detectores están buscando patrones longitudinales. De acuerdo. Y es interesante. Lo veremos en un minuto. Pero en realidad detectarán, ya sabes, costuras y juntas y cosas así. Del mismo modo, también pueden detectar cicatrices de carril y bandas sonoras y cambios en el material de la superficie, pero el contraste es clave contra superficies de hormigón, por ejemplo, en condiciones de superficie mojada, etc. El espaciado de carriles y los huecos, especialmente en las áreas de mezcla para rampas, han causado la condición de límite. Esa es probablemente la queja número uno de las personas con estas tecnologías es que cuando se llega a un área de mezcla amplia como esa, el vehículo comenzará a moverse. En el peor de los casos, en una rampa de salida, podría inadvertidamente, ya sabes, tomar la rampa de salida. La geometría, como dije,

la pendiente puede limitar el rango de mirar hacia adelante. Realmente no tuve demasiados problemas en Utah con eso, pero a excepción de las carreteras del cañón, allí tuvimos algunas curvaturas cerradas. Falsos positivos. Ese es otro tema que estamos midiendo. Probablemente hayas oído hablar de la ruptura del Phantom y cosas así. Eso a veces es causado por alguna infraestructura, y ya sabes, por lo general es una infraestructura permanente, por lo que no hay mucho que puedas hacer al respecto, aparte de que los fabricantes del radar pueden usarlo para filtrar mejor, ya sabes, potencialmente falsos positivos y similares. Nuevas marcas de carril en las que los algoritmos aún no están entrenados. Esa es la clave aquí, y esta es la forma en que funcionan estos algoritmos basados en IA. Lo entrenas con la verdad del terreno, así que con todo tipo de variaciones diferentes de marcas que va a ver y eso va a mejorar sustancialmente el resultado.

Lo hacemos todo con una cámara. También tenemos un LIDAR y también tenemos radar. Pero dado que todas estas aplicaciones dependen exclusivamente de la cámara, eso es en lo que nos estamos enfocando, es lo que ve la cámara. Así que ese es el rango de mirar hacia el futuro. Eso es un análisis, eso es un número. Conoce, en función de un umbral determinado, la estabilidad de la detección de carril. La confianza de la confianza de detección de carril es un número que escupe el algoritmo, y cuando cae por debajo del nivel de confianza, es cuando el sistema le pedirá al conductor que tome el control, o que su mantenimiento de carril automatizado va a desaparecer o se cerrará. Y luego el espacio libre manejable podemos medir el ancho de la carretera ahora o el ancho del carril. Y quiero decir, la mayoría de las veces, sabemos lo que va a ser, pero varía. Operamos estos vehículos, están cargados de tecnología, lidar, diferentes tipos de lidar, diferentes tipos de cámaras, radares de cámaras térmicas. Operamos estos vehículos. Puedes ver esto, el sistema de racks. Por lo tanto, podemos cambiar constantemente las cosas o lo que sea. También grabamos desde abajo, detrás del parabrisas, porque eso es importante. Ahí es donde realmente ocurren la mayoría de las instalaciones. Así que esa es en realidad una mejor ubicación. Además, mantiene los sensores secos porque te digo, cuando estas cosas están operando en una tormenta fuerte, estos sensores no pueden ver nada, para ser honesto contigo. Y si es hielo, se van a cubrir y cubrir y no habrá tiempo. Y realmente lo único que va a funcionar de manera efectiva son los sensores detrás del parabrisas o algún otro módulo de montaje que tenga elementos de calefacción y limpieza, pero. Para nuestros propósitos, podemos recopilar datos de alta fidelidad con nuestra configuración. Podemos crear un gemelo digital porque la fidelidad es perfecta con el conjunto de datos completo. Ahora también operamos un tablero, por lo que nuestra consola de topógrafo cuando salimos a la carretera, tenemos esta consola que está lista. Sabes que debes comenzar a grabar para etiquetar qué tipo de situación es o cómo está el clima. Podemos obtener una vista previa de nuestras cámaras; Podemos ver cuánto almacenamiento nos queda. Incluso podemos monitorizar la temperatura del ordenador. Estamos muy orgullosos de eso y de las mejores prácticas, así que las estamos ejecutando en modo de sombra, OK, y conduciendo una línea perfecta, OK, porque esas son las mejores prácticas para crear análisis y luego, cuando procesamos los datos, podemos señalar todas estas anomalías. Todos los datos se registran con una gran cantidad de equipos informáticos asociados a eso, y una gran cantidad de almacenamiento. El topógrafo opera la consola. A veces tenemos a un ingeniero en el asiento operando la consola. Es solo que, ya sabes,

depende de qué tan ocupados estén o cómo sea la situación. Conducimos a velocidades indicadas, nuevamente, las mejores prácticas si se trata de una autopista de varios carriles, conducimos en el carril derecho a menos que adelantemos bien. Entonces, esto nos va a exponer a todas las rampas. Por lo general, si estás en el carril central o en el carril izquierdo, no podrás subir por las rampas. Por lo tanto, manejamos una línea humana adecuada. El proceso comienza con la recolección. La encuesta en sí está bien hecha, todos los datos se cargan en la nube y es allí donde podemos comenzar a aplicar nuestros diferentes algoritmos y estos cambian y evolucionan constantemente en VSI, estamos agregando nuevas herramientas y KPI para que podamos generar no solo las imágenes, sino también los análisis que lo acompañan y, en última instancia, proporcionamos una herramienta de salida que permite al usuario realmente tirar cada uno de estos elementos. Míralos por sí mismos y ya sabes, literalmente, revisa fotograma a fotograma para ver lo que está pasando. Hoy en día usamos tres detectores diferentes, pero tenemos un detector Apollo Lane que es de código abierto. Ejecutamos un detector de red de carril que es de código abierto. También ejecutamos Yolo PC, que es nuestro algoritmo más eficiente y de mayor rendimiento. Estos son de código abierto. Hay muchas herramientas de código abierto, pero eso no significa que sea plug and play. Hay muchos parámetros que deben configurarse para que funcionen correctamente. Y comienza con cantidades masivas de datos, diría que en Utah probablemente teníamos, sí, probablemente teníamos 6 o 10 terabytes de datos y, en última instancia, el objetivo es convertirlos en información procesable. Por lo tanto, ejecutamos todo tipo de algoritmos y posprocesamiento de los datos registrados y, en última instancia, producimos el resultado para los segmentos de carretera o la campaña, como nos gusta llamarla. Algunas cosas que podemos hacer, llamadas comunes, muchas cosas diferentes como puedes imaginar, pero un espacio en el área de mezcla o un efecto de deslumbramiento de la cámara que obviamente sale de un túnel o algo así. Eso es un poco interesante, no hay mucho que puedas hacer al respecto, por cierto, pero una cámara generalmente se ciega durante unos segundos cuando sale de un túnel o un gran paso elevado, sin embargo, las cámaras están mejorando. Son capaces de adaptarse mucho más rápido.

De todos modos, en situaciones de curvatura, marcas de alto contraste, las llamaremos cuando las encontremos, porque siempre son interesantes de mirar. Cicatrices de marcas fantasmas, las rampas de mala línea central. ¿Contraste deficiente, dependiendo de si se trata de una superficie clara, una superficie pulida o una superficie húmeda? ¿Visibilidad generalmente escasa? Marcas temporales, escenarios de atascos y similares. Este es un escenario común en el que cualquiera que, creo que mencioné antes, conduciendo con estas tecnologías se frustra todo el tiempo. El de la izquierda, no puede evitarlo, quiere centrarse y, por lo tanto, cuando llegue a esta área de mezcla sin marcar, el vehículo comenzará a moverse un poco. Puede ser ligeramente molesto, aunque no necesariamente peligroso. Podrías decir, bueno, ¿por qué no nos lo compran a la izquierda? Bueno, eso crearía otros problemas. Entonces, pero están mejorando en eso. Sin embargo, todavía está ahí, en el lado derecho puede tener un escenario, esto es en realidad más, puede conducir a una situación más grave, particularmente en una curva como esta. El vehículo podría fácilmente ir recto y luego, en última instancia, quedar atrapado en esa rampa de salida y a gran velocidad, por lo que ya sabe que la respuesta obvia a eso, ya sabe, son estas marcas discontinuas. Creo que probablemente sean igualmente beneficiosos para los humanos o para la máquina. Así que

hablamos mucho de la ruta. Y entonces, ya me voy a saltar eso. Blaine te ha dicho claro que cubrimos una gran diversidad en los tipos de carreteras. Y así estábamos, éramos una especie de cobertura que cubría todas las diferentes bases. Las observaciones generales son las siguientes. El desempeño de la Interestatal fue en general muy bueno, excepto en las áreas que han sido repavimentadas recientemente. Sabes que es bastante obvio allí. Aquí no estamos llamando a las rampas. Supongo que esa es la siguiente viñeta de todos modos, probamos la I-70 tanto de día como de noche, pero en términos generales, el rendimiento de la Interestatal es bueno para todas estas tecnologías y, además, diría que si alguna vez hubo un lugar para usar esto, usar estas cosas, será en la Interestatal. Entonces, sabes que la tecnología se va a encender en un buen porcentaje de esos vehículos. Las rampas son probablemente la principal causa de confusión para los sistemas ADAS de cámaras. Como mencioné antes en la diapositiva anterior, el rendimiento en las carreteras rurales es generalmente muy bueno, probablemente mejor de lo esperado para ser honesto con usted. Y también hemos encontrado esto en algunos otros estados. Pero sí, algunas de estas, algunas de estas carreteras federales y estatales son, aunque son de dos carriles, son muy adecuadas y se puede esperar que las tecnologías se usen mucho en ese tipo de carreteras, las carreteras del cañón fueron muy desafiantes. Curvas cerradas, usuarios vulnerables de la carretera o demasiados problemas de tráfico. Las rampas de salida son vulnerables. Como dije, estos son fotogramas, obviamente un par de ejemplos diferentes en el ejemplo superior se puede ver que hay un marcador discontinuo descolorido allí, pero el marcador descolorido no es suficiente para que el detector tenga la confianza suficiente para poner una línea allí para que detecte el que está en el extremo derecho y eso te llevará directamente a la rampa. Y obviamente no es un buen escenario. Creo que esa es la Interestatal y la que está debajo, creo que estaba en una de las carreteras del Cañón, tienes un carril para girar a la derecha. El mismo tipo de cosas pueden suceder cuando se confunde, y podría encontrarse fácilmente en el carril derecho cuando no quiere estar en el carril derecho. Es por eso que estas marcas discontinuas en las rampas son tan útiles. Esto fue en el video, por supuesto, detección normal, 5 fotogramas después falló la detección. Se trata de marcas fantasma o marcas anteriores que sabes que todavía eran algo visibles. En términos generales, puedes vivir con marcas fantasma. Siempre y cuando sus marcas principales sean fuertes y estén en buen estado porque tendrán prioridad. Puede obtener una detección perdida de las marcas de los neumáticos, como mencioné, o de los rellenos de expansión. Como dije antes, está buscando esos patrones longitudinales y va a construir una línea en la que cree que debería haber una línea OK y así, y si conduces un Tesla o cualquier coche LK, probablemente notarás el tipo de rendimiento similar en el que es capaz de adherirse a una costura en la carcasa correcta y la imagen correcta, obviamente esa costura coincide con la que conoces dónde debería estar la marca del carril, para que sepa lo mismo con la marca del neumático a la izquierda. Así que eso terminó funcionando. Rendimiento diurno y nocturno, este es un muy buen tramo de carretera, particularmente aquí, la detección es muy sólida incluso, pero probablemente mejor de día que de noche. La reflectividad retro, creo, fue bastante buena. Por lo tanto, realmente no tuvimos ningún problema. La única vez que tuvimos un problema por la noche fue cuando viajábamos por Utah en enero, estábamos en la I-70, estaba nevando como loco y era solo con los faros, el humano no podía ver nada. Por lo tanto, la cámara tampoco podía ver nada. Y así, fue todo, simplemente, nada funcionó. State Hwy. 50, tenemos mucha experiencia en esa carretera y los sistemas funcionan muy bien

en esa carretera. Sí, una detección realmente fuerte y una buena superficie y todo lo demás. Incluso somos capaces de atravesar un pueblo rural hasta cierto punto. Sin embargo, puedes ver que cuando llegas a una intersección, sabes que tienes una pérdida momentánea de detección, y eso no es bueno. Así que sí, quiero decir, en este caso, esta ciudad tan pequeña. En teoría, podrías mantener fácilmente el control lateral total y pasar por allí probablemente, pero no lo recomendaría solo porque no creo que sea necesariamente el lugar más seguro, especialmente cuando tienes gente. El resplandor es un problema. También mencioné esto antes, aquí se está puliendo y se está resplandeciendo. Solo una especie de difícil y momentánea detección perdida. Sin embargo, las cámaras, como dije, están mejorando mucho que puedes compensar esa sobreexposición que obtendrías en ese tipo de situación, como este ejemplo, ya sabes, nuestros detectores funcionan bastante bien aquí porque las marcas son muy fuertes y es por eso que puede hacer frente a esto. Ustedes lo saben, incluso la situación de resplandor. Lo único que señalaría en este caso es que aquí nuevamente tienes el carril de giro a la derecha que se acerca, a medida que nos acercamos a él, creo que en este momento. Y entonces, ya sabes, las líneas discontinuas son probablemente mejores. Mira, ahora está en el extremo derecho. Por lo tanto, vas a tener algunos problemas de centrado de carril aquí y luego te encuentras con esa línea nuevamente. Los detectores funcionan bien aquí. Es solo que el carril de giro a la derecha en particular idealmente debería estar marcado con un marcador discontinuo. Del mismo modo, si tiene una salida de carril izquierdo en una carretera de dos carriles, puede ver que los detectores funcionan bien. Muy buena visibilidad, detección muy fuerte, pero cuando llegas a este carril de giro a la izquierda, creo que está llegando justo ahora. Sí, ya ves que es totalmente confuso. Por lo tanto, hay que sacar el vehículo del centro en ese tipo de escenario. Los servicios de Apache, eso es una especie de obiedad. Se puede ver que realmente está luchando por tener suficientes datos para trabajar a partir de aquí. Y entonces, ya ves, hay mucho rebote y puntuaciones realmente bajas desde el punto de vista de la estabilidad. Especialmente en esta zona irregular. Supongo que esto no es un video, es una fotograma, pero puedes ver aquí de nuevo que tu detector está en este punto este también está empezando a tirar en esta dirección, así que esta es una zona vulnerable, particularmente esta porque hay una ligera curva en la carretera y por lo tanto el sentido natural del vehículo va a ser ir recto, Especialmente porque el carril derecho se está desviando hacia la derecha, por lo que las rampas de salida son más peligrosas en mi opinión. Sí, las malas marcas equivalen a un rendimiento deficiente. Este está pasando por un momento realmente difícil como sección en eso. Creo que ahora está en gran parte en construcción. No estoy seguro, pero al final del día, todo se trata de las marcas y si hay alguno, algún compromiso, las cosas comienzan a caerse. Y eso es particularmente en ese carril derecho. Detecciones perdidas, esto es un problema real como puedes ver aquí. Están sucediendo tantas cosas que la detección correcta está bien aquí, pero la detección izquierda está realmente bien aquí. Pero ahora entiendo que le echas ese parche ahí más esa cicatriz y el detector no sabe muy bien cómo manejar eso. Y cuando, como dije antes, cuando funciona bien funciona muy bien y la mayoría de las veces lo hace. Pero hay una razón por la que estos sistemas solo pueden funcionar bajo supervisión humana. Porque no son perfectos, y si los hay, si las marcas se ven comprometidas de alguna manera, el rendimiento se verá afectado. Se apagará solo o le dirá al conductor que tome el control y la otra cosa que me gustaría decir también, estas cámaras, ya sabes, como dije, están mejorando todo el tiempo, pero si tienes una situación de mal tiempo, y

si el humano no puede ver una buena posibilidad de que la cámara no pueda ver tu única esperanza, Tampoco podía Lidar, para el caso. De acuerdo. Y teniendo esto en cuenta, algunos de los nuevos sensores IR tienen un poco más de rendimiento en todo tipo de clima. De todos modos, supongo que tenemos algunas evaluaciones de Canyon Road. Como dijo Blaine, hicimos tanto grandes como pequeños, y este es un buen ejemplo de un radio de giro que es simplemente demasiado estrecho, por lo que realmente está arruinando el sistema. No tiene un campo de visión lo suficientemente amplio como para leer con precisión ese camino. Y esta es probablemente una curva de 10 millas por hora. Por supuesto, no aconsejaría su uso porque estas cosas no funcionan bien a bajas velocidades de todos modos, pero en este caso, no le permitiría operar, por lo que no puede ver lo suficiente del carril derecho.

Cuando tienes un área que es buena, es realmente buena. Ya sabes, hay dos caminos de cañón que tenían tramos bastante largos en los que las cosas estaban bien y podías operarlo sin ningún problema. Ya sabes, tarde o temprano vas a tener algunos desafíos. Por ejemplo, esta es un área que fue repavimentada recientemente, obviamente, y el detector correcto, nuevamente buscando patrones longitudinales, puede detectar ese borde de la carretera. O esa costura, supongo que se podría decir donde el asfalto nuevo se encuentra con el viejo y es capaz de trazar una línea allí, por lo que busca la siguiente mejor opción y ajusta un carril o una línea a donde cree que está el borde de ese carril. En este ejemplo, por supuesto, tienes un usuario vulnerable de la carretera, tienes una superficie nueva, no hay líneas, pero hay estos pequeños marcadores que están claramente colocados donde creo que se va a aplicar la superficie pintada, aún no se ha aplicado, pero se puede ver el detector. En realidad, esto, ya sabes, localizando a partir de eso razonablemente bien, rebota un poco entre eso y el borde de la carretera, pero hace el trabajo. Otra situación en la que empiezas a encontrarte con esto, este tipo de cicatriz de carril, y realmente está luchando por mantenerse en la línea pintada. Pero tarde o temprano cede y el detector comienza a pensar que esa cicatriz es la línea real, está rebotando un poco, por lo que es muy, muy inestable en este punto. Así que las conclusiones clave. Me gustaría decir que la I-70, por ejemplo, es ideal para sistemas de conducción automatizada. Tenemos mucha experiencia en la I-70 porque lo hicimos tanto de día como de noche. También creemos que es un segmento excelente que podría aplicarse para una ruta comercial. No hay un montón de salidas y rampas y se vuelve sinuoso y en una parte, pero eso no está tan mal. La autopista estatal 50 era ideal para los sistemas de conducción automatizada. Es recto y está vacío de pueblos, excepto tal vez uno o dos. Hicimos 224 en la encuesta hace aproximadamente un año y eso estaba bien, las marcas eran buenas, pero requeriríamos una estrecha supervisión a medida que nos acercamos a esas ciudades de esquí nuevamente, porque hay más tráfico cruzado y más peatones y ese tipo de cosas. Gran Cañón de Cottonwood. Es demasiado curvilíneo, demasiadas VRU. Como dije antes, y por supuesto, la construcción reciente en ciertas áreas carecía de marcas, y la I-80 también es ideal para la conducción automatizada, excepto dentro de los dos bucles de 15 solo porque hay demasiada construcción y hay superficies irregulares y marcas deficientes. En mi opinión, es típico que sucedan demasiadas cosas en una zona de construcción como para confiar en estos sistemas. También diré que la I-15, tenemos mucha experiencia en la I-15 también, y eso también es una muy buena parte de la Interestatal, tráfico de alto volumen y muy bien marcado.

Por lo tanto, creo que eso es un resumen de la baraja, y creo que podemos responder algunas preguntas.

Perfecto. Me gustaría invitar a Blaine y Peter a que vuelvan con nosotros también. Phil, muchas gracias por tu presentación. Tenemos una serie de preguntas. Y muchos de ellos son de naturaleza técnica, lo que podemos esperar dado nuestro tema actual.

Así que vamos a entrar de lleno en ello. La primera pregunta proviene de un asistente anónimo, y esta persona pregunta si recientemente vio un debate en línea sobre si ALKS es una verdadera característica de Nivel 3 o no. Dado que el Reglamento 157 de la ONU ha detallado tanto sobre un ALKS, ¿modificará la SAE J3016 aún más para reflejar las opciones o los niveles de esta característica con más detalle, como lo que piensa al respecto?

Bueno, ALK es una función del Nivel 3. Quiero decir, ALK es control lateral y el control lateral en un sistema de nivel 3, por ejemplo, probablemente se basará en ambas marcas de carril, por lo que tendrá sus sistemas de visión y luego también lo más probable es que tenga mapas de alta definición, por lo que tendrá marcas virtuales dentro del cerebro de la computadora, Y entonces el vehículo realmente tendrá un método redundante para posicionarse. Y entonces, no miro esos, ya sabes, ALK también se conoce como LKA. Ese es el problema. Hay tantos acrónimos que hay LKA, LK como lo define el punto de EE. UU., asistente de mantenimiento de carril y, como dijo Peter, es solo un empujón. El centrado automático de carril es el control lateral completo. Como dije, es un subconjunto del rendimiento de Nivel 3, pero el rendimiento de Nivel 3 va a tener más tecnología para ayudarlo.

Blaine, Peter, ¿también tienes alguna opinión sobre esto?

Yo no, Phil lo cubrió.

Oye, eso suena genial. Tenemos una pregunta sobre el costo, y sé que esto será, ya sabes, muy variable y dependerá de la implementación específica a la que se sometería cualquier punto. Pero, ¿cuáles son algunas de las mejores prácticas o principios de Blaine y Peter que sus pares de todo el país deberían considerar cuando se trata de los costos asociados con la implementación como esta?

Entonces, originalmente entramos en un acuerdo con los laboratorios VSI a través de lo que llamamos una adquisición experimental para probar algo y pagarles para que vinieran y estudiaran primero unas 1000 millas de carretera y luego una segunda vez a través de unas 600 millas de carretera y, para ser perfectamente honesto, no recuerdo lo que pagamos por eso y probablemente sea diferente de lo que haría otra persona, como Phil ha descrito muy bien. El sistema que han desarrollado ha evolucionado significativamente y parte de lo que se hizo en la primera encuesta se ha mejorado y automatizado mucho, por lo que hay mucha capacidad allí. Por lo tanto, sea lo que sea que hayamos pagado, probablemente no sea representativo de lo que pagas por ello hoy. Pero vi y no sé si este es uno de los impulsores de la pregunta. Vi una pregunta de Eva, una buena amiga mía que preguntaba sobre la propiedad de los datos, lo cual es una gran pregunta. Y pensé en eso, y Phil puede corregirme si me equivoco. Creo que

nuestro contrato dice que UDOT es propietaria de los datos que se recopilaron. Sin embargo, UDOT no posee los datos que se recopilaron después de que el equipo de Phils recopilara todos estos datos y hay una gran cantidad de ellos, como vieron en estos videos, hay mucho procesamiento posterior en los datos, pero también recopiló datos LIDAR de las unidades LIDAR en el automóvil y otras cosas. Y tuvimos una conversación sobre qué hacer con esos datos y no teníamos un lugar donde ponerlos o un uso real para los datos directos. Entonces, lo que Phil nos ha proporcionado es un portal en el que podemos iniciar sesión y obtener acceso a esos datos en su forma procesada. Entonces, los videos que Phil mostró, podemos iniciar sesión y ver esos videos en cualquiera de nuestras carreteras en todo el estado, sacar tomas fijas, mirar los datos de la forma en que se analizaron y obtener acceso completo a ellos. Entonces, tenemos esos datos disponibles para nosotros a través de un portal. No tenemos que pagar para seguir accediendo a eso. Era parte de nuestro contrato original con VSI. Pero esa es una pregunta habitual de la que hablamos, ¿qué tipo de datos tenemos? ¿Qué vamos a hacer con él? ¿A quién pertenece? ¿Cómo llegamos a ello? Y esto funcionó muy bien para nosotros, para los usos que necesitamos. Peters tenía un poco más de experiencia en el acceso a algunos de estos datos que yo, pero ha sido útil. Ahora, Phil, ¿he dicho mal algo o a Peter?

No, creo que lo has cubierto bien, Blaine.

Entonces, la herramienta en línea que proporcionaron, el portal, ya sabes, tenemos una herramienta en línea en la que puedes pasar fotograma a fotograma, aun así, hay mucho valor que obtienes de los datos. Ustedes saben, hemos mostrado muestras aquí, tenemos un informe que muestra, ustedes saben, algunas imágenes fijas de cosas. Sabes que podríamos imprimirlo como un informe y encontrar las áreas resaltadas. Oh, aquí es donde encontramos el parche del pavimento o el reflectante, ya sabes, los diferentes aspectos destacados de los que hablamos aquí, pero podemos volver a eso y mirarlo cuadro por cuadro o mostrárselo a alguien o hay un proyecto en marcha en un determinado segmento, decir, oh, bueno, esto es lo que encontramos allí. En este momento, sí, también hay mucho valor, no solo en los datos sin procesar, sino en el portal. Y luego conoces todo el paquete.

Sí, y nuestro objetivo es hacerlo más eficiente. De hecho, lo hemos movilizado ahora; Podemos empaquetarlo en un estuche Pelican y subirnos a un avión e ir a un destino y alquilar un vehículo y conectar esta plataforma de verificación en tierra a ese vehículo y hacer nuestros datos para que no tengamos que transportar nuestros vehículos por todos lados. Entonces, tenemos una hoja de ruta para ese servicio y ya está en una versión móvil. Tal vez algún día lo pongamos a disposición como una aplicación. Ya veremos. Pero quiero decir, para ser honesto contigo, estas cámaras y teléfonos son absolutamente de última generación en estos días, y en muchos casos son superiores a las cámaras de tus autos porque probablemente incluso si tienes un auto nuevo, probablemente todavía se obtengan hace cinco años.

Literalmente tienes una hoja de ruta.

Sí, es decir, ese es el desafío con la tecnología de a bordo de los vehículos, ¿verdad? La mayoría de nosotros compramos un vehículo y lo conservamos durante 12 a 14 años, o incluso

si no lo hacemos, alguien lo hace, la mayor parte de esa tecnología no es fácilmente reemplazable. La gente reemplaza sus teléfonos cada año y obtiene nueva tecnología en ellos, pero el automóvil está atrapado con lo que se le estaba poniendo cuando se diseñó 3 años antes de que saliera de la línea de ensamblaje. Así que ese es un comentario interesante que probablemente siempre tengamos que tener en cuenta al ver estas características. Ahora, por supuesto, los automóviles ahora tienen actualizaciones de software, que mejoran las características de procesamiento que provienen de algunas de estas tecnologías. Pero.

Y sigamos un rato con esta pregunta sobre los datos. Así que, Peter, parece que has tenido mucha experiencia práctica en la obtención de los datos del paquete de Phil y su uso. ¿Alguna vez UDOT ha visto la necesidad de acceder a los datos sin procesar? Y luego, Phil, quiero pedirte que expliques un poco más sobre un punto que hiciste durante tu presentación sobre la traducción de estos datos en información procesable. Así que, Pedro, sólo. Sí. ¿Sientes que lo que has estado recibiendo realmente ayuda a satisfacer las necesidades de UDOT? ¿Alguna vez has tenido la necesidad de profundizar en esos datos sin procesar?

No he mirado los datos en bruto en absoluto. Solo he usado el portal y he mirado segmentos allí, ya sabes, he analizado algunas de las características mencionadas en el informe. Puedes ver eso. Pero en cuanto a los números de datos sin procesar, eso no ha sido una necesidad todavía.

Bueno, y los datos en bruto es, por eso nos alojamos en un servidor. Quiero decir que son terabytes de datos. Tardaría dos días en descargarlo. Por lo tanto, puedes descargar el portal, puedes descargar 200 fotogramas a la vez en un GIF o un MP4, y entonces el pensamiento era que OK, tomaremos, tomaremos uno de estos elementos y haremos una llamada que es importante, queremos reenviarlo a alguien para que al menos ahora tengas un archivo que sea un poco manejable, más manejable.

Eso suena como una gran característica. No solo está procesando los datos, sino que los está empaquetando de una manera que sabe que UDOT pudo usar de manera más fluida.

Y un comentario interesante que agregaré allí cuando originalmente contratamos a VSI, ellos no tenían ese portal. Y entonces, teníamos esta pregunta sobre cómo vamos a conseguir, quiero decir, ya sabes, que están contratados para proporcionarnos un informe escrito. Y eso es lo que hizo que tuviéramos esta discusión sobre los datos y cómo deberíamos obtenerlos, y si debería enviarles por correo un disco duro de cuatro terabytes y pedirles que lo descargaran y todo esto, y él dijo: 'Oh, estamos desarrollando este portal y para cuando se procesaron nuestros datos, ya habían comenzado a desarrollar ese portal'. Proporcionamos algunos comentarios para eso, y han continuado expandiendo el portal. Entonces, como con muchas cosas que hacemos, todo es un trabajo en progreso, está evolucionando y expandiéndose a medida que avanzamos y a veces podemos desempeñar un papel en ayudar en la forma en que ocurre la evolución.

Blaine, me encanta ese punto. ¿Hubo otras cosas durante este despliegue en las que ustedes innovaron en el lugar en el que dijeron que lo hicieran, tal vez no se dieron cuenta de que

tenían esa necesidad, pero como estaban en el meollo de las cosas, vieron que, ya saben, si hacían las cosas de cierta manera, tendrían un mejor resultado?

Bueno, yo diría que uno de los mayores desafíos que tuvimos fue una orden judicial. Era la primera encuesta, hacía calor, ya sabes, era, era bien en los años 90 y todo nuestro equipo informático en el maletero registrando todos estos datos, hubo un par de momentos en los que literalmente tuvimos que salirnos de la carretera y dejar que las computadoras se enfriaran. Así que eso fue un poco difícil, pero esos son, ya sabes, esos son solo desafíos, ahora estamos mejor con nuestra gestión térmica. Entonces, encontramos soluciones allí mismo, en el momento, errores, ya sabes, en los sensores, estas cosas simplemente suceden. Sí. Es decir, te encuentras con tus propios casos extremos. Sabes cuando estás haciendo algo así. Ya sabes, neumático pinchado, ya sabes, por ejemplo, eh, cosas así. Puedo decir esto, sin embargo, el paisaje era realmente bueno.

Lo que me viene a la mente, y esto no es realmente algo sobre el terreno, pero anticipamos hacer la primera fase y reunir la I-15 y la 89 y el gran Cottonwood y luego ver qué tan bien funcionaba antes de decidir hacer una segunda fase. Y mientras mostrábamos los resultados a algunas de las otras personas aquí en UDOT, comenzaron a decirnos, bueno, ¿han hecho esto bajo la lluvia, han hecho esto de noche? Quiero decir, he estado interesado en ver eso. Entonces, cuando hicimos la segunda fase, tuvimos que ser un poco creativos, pero les pedimos que hicieran I-70 una parte durante el día y una parte de ella por la noche. No lo habíamos anticipado en el contrato original, pero pudimos barajar algunas cosas para que eso sucediera. Y fue solo una especie de retroalimentación de los usuarios finales aquí en el departamento lo que nos permitió pensar en eso y luego ejecutarlo para obtener otro conjunto de datos. Y como Phil mostró, ya sabes, hay una diferencia entre el día y la noche. Y luego, como él describió, hay una diferencia en una tormenta de nieve. Entonces, hubo algunas cosas en el camino como esa.

Sí, eso es realmente útil. Creo que mencionaste en tu discurso de apertura que aún no hemos inventado la tecnología para dictarle a la Madre Naturaleza cuándo debe llover y cuándo no.

Sí, así es. Estamos trabajando en eso, pero sí.

Otra oferta que hace VSI Labs. Bueno, vamos a pivotar un poco, hemos tenido varias preguntas sobre los dispositivos reales, como las cámaras, probablemente las habréis visto en el chat. Entonces, hablemos un poco más sobre esos sensores y cámaras. Tenemos una pregunta, ¿el coche que se muestra en las diapositivas completas es un vehículo automatizado de nivel cuatro o cinco? ¿O se trata de un coche normal con sensores LIDAR y cámaras?

Esa es una gran pregunta. Sí, ese vehículo es lo que tú quieras que sea. Ese es un vehículo de desarrollo por cable. Podemos programar eso, un nivel 5 no es práctico, obviamente hay demasiadas limitaciones que van a impedir que eso suceda pronto. Podríamos equipar nuestro coche para que funcionara como un taxi robótico siempre y cuando lo equipáramos con todos esos sensores. Y ahora, para ese tipo de caso de uso, en lugar de un paquete ADAS de \$ 500.00 o \$ 1000, ahora está hablando de un paquete de sensores de \$ 150,000 que le

permitiría conocer ese nivel de automatización y responder a la pregunta, sí, podríamos hacer todo eso, pero realmente no estamos dispuestos a probar nada nosotros mismos. Estamos probando los sensores individuales en aplicaciones individuales porque si se caen, si se descomponen, entonces nunca llegarás a tres o cuatro.

Voy a opinar sobre un ángulo diferente de esa pregunta. Aunque los sensores del vehículo podrían permitir operaciones de nivel 4 de conducción autónoma completa, estos eran, según recuerdo, Ford Fusion que el equipo de Phil había adaptado con esta tecnología, y siempre estaban siendo conducidos por un humano. En ningún momento estos vehículos se conducían solos. Eran vehículos de nivel 0, supongo que con todo un conjunto de sensores que recopilaban datos. Era un coche normal con un montón de sensores.

Era esencialmente una simulación.

Sí, y un montón de computadoras para registrar esos datos.

Una vez más, viene algo de la evolución, como indiqué, nuestro primer paso en este proyecto fue ver si podíamos encontrar un vehículo que pudiera conducir 300 millas a través de nuestro estado sin intervención humana y los vehículos que trajeron podrían haber sido adaptados para hacer eso, pero decidimos en el camino que eso no era realmente lo práctico que necesitábamos hacer. Lo práctico que necesitábamos hacer era evaluar nuestras carreteras. Y así, nos alejamos de ese objetivo original y estos vehículos fueron conducidos por humanos.

Y hasta ese punto, basándome en mi propia experiencia, dudo que exista un sistema de nivel dos o dos plus que pueda extenderse por todo el estado sin una desvinculación. Tendrías que tener mucha suerte para que eso sucediera y tendrías que planificar tu ruta de tal manera que evitaras exponerte a escenarios vulnerables. Así que eso en sí mismo sería un desafío. Nuestro objetivo era ver qué tan bien los autos leían la carretera y averiguar qué problemas teníamos y abordar esos problemas, porque eso se encarga del mercado actual y de todas estas tecnologías ADAS que están llegando como el 60 al 70% de las cámaras. Y agregaré las actividades recientes de Nitsa en lo que respecta a la detección de peatones, su próximo dominio es el control lateral porque los accidentes por cambio de carril creo que son la mayor causa de muertes en la carretera y, por lo tanto, van a priorizar eso después de que terminen con esta ronda. Así que sí, va a haber todo tipo de nuevos requisitos tanto para la infraestructura como para los fabricantes de automóviles.

Bueno, haces este punto sobre la lectura de la carretera, Phil, tenemos una pregunta, ¿los vehículos AV leen el límite de velocidad? ¿Qué sucede cuando sabes que lee un marcador de carretera como US 301? Mencionó que tiene un automóvil modelo 2023 que es capaz de cruce adaptativo, pero se lee como un letrero que dice US 301 y le dice al automóvil que es el límite de velocidad 300 y 1. ¿Lo hemos visto como un reto?

Hay un par de formas de abordar eso. Si está en el mapa del vehículo, sabes que el vehículo va a tener un mapa, al menos para ir del punto A al B, que va a tener un límite de velocidad asociado. Esa es una forma de controlar la velocidad máxima, pero la mayoría de estos

sistemas le permiten establecer la velocidad máxima a 5 o 10 millas por hora por encima de la velocidad indicada. Así es como lo hacen. Y ahora, en Europa, hay una nueva regulación llamada asistente de velocidad inteligente. Por lo tanto, todos los coches que se vendan en Europa ahora deben tener la capacidad de conocer la velocidad indicada y la zona en la que se encuentra y no excederla. Es probable que eso también llegue a Estados Unidos.

Y Phil, ¿eso se está haciendo con la cámara a bordo o todo es mapeo?

Sí, puede ser cualquiera de los dos, puedes hacerlo con una cámara. Depende de cómo quieras implementarlo. Te permiten hacerlo con una cámara para leer las señales o si tienes un mapa certificado por la ISA, entonces puedes cubrirlo de esa manera.

Bueno, y hablando de mapas, Sushanta pregunta sobre el geofencing si un vehículo automatizado se opera en un área geocercada, como escaneado y mapeado antes del despliegue, ¿la señalización de carriles seguirá desempeñando un papel en las operaciones de los vehículos automatizados?

¿Cuál fue la primera parte de eso? Pregunta de nuevo, lo siento.

Entonces, si el AV está en una geocerca, ¿realmente necesita usar marcas de carril para ayudar?

De acuerdo, la geovalla de la aplicación va a restringir su dominio operativo dentro de un área. Podría restringirlo a un área geográfica. Podría restringirlo a un tipo de carretera, pero así es como generalmente la industria aplica esa terminología dentro del contexto del dominio del diseño operativo, sabe dónde se puede y dónde no se puede usar, pero la respuesta a la pregunta es no. Ese vehículo tiene que tener una forma de localizar OK y la opción número uno es a través de lo que ve y eso va a ser las marcas. Nuevamente, si se trata de una implementación de gama alta, es posible que tenga un modelo de carril en el vehículo que le dará, pero si ese es el caso, entonces necesita un dispositivo de posicionamiento de alto rendimiento para operar dentro de ese modelo. Así que eso es un paso adelante en términos de capacidad.

Y la capacidad de GPS en los vehículos de hoy en día no es tan precisa.

No lo es. Si está operando con un modelo de carril y desea tener esa capacidad de permanecer en los carriles, incluso si no puede ver nada, necesitaría un dispositivo GNSS de alto rendimiento como con el sistema RTK.

Un poco a su punto anterior de que incluso un automóvil nuevo tiene tecnología obsoleta. A veces, claro, porque una vez que lo sacas del fabricante para lo que sea esos dispositivos dentro de un automóvil nuevo, probablemente tenga al menos algunos años.

Lo más probable es que sí. O casi siempre. Sí. Francamente, aquí está la belleza de algunas de las noticias que probablemente hayas escuchado, ya sabes, el vehículo definido por software y las actualizaciones a lo largo del año. Todo esto es parte del tipo de nueva

arquitectura para vehículos y lo que eso significa es que como vehículo definido por software. Puede descargar o actualizar automáticamente los algoritmos de esos vehículos para introducir nuevas capacidades de rendimiento, incluso nuevas funciones. Quiero decir, si alguien tiene un Tesla que conoce con estas actualizaciones, quiero decir que la HMI incluso se ve diferente después de un par de años. Hay nuevas características, hay nuevas aplicaciones. Por lo tanto, esta es una forma de mantener la tecnología actualizada, y esta es una gran tendencia es ¿cómo hace la transición de la industria a ese tipo de modelo? Y el software es realmente la clave para mantener la relevancia de la tecnología.

Derecha. Avanzando un poco, tuvimos una pregunta de un asistente anónimo sobre las condiciones del pavimento. Ya sabes, hemos estado hablando mucho sobre las marcas de carril específicas para el despliegue. ¿Recogimos alguna condición del pavimento y la analizamos?, Blaine, sé que UDOT utiliza por separado LIDAR para evaluar las condiciones del pavimento en nuestro sistema de transporte. Entonces, ¿fue parte de este despliegue o es un tipo de esfuerzo separado?

Sí, esa no era nuestra intención aquí. Nuestra intención era realmente ver si nuestra infraestructura es compatible con las funciones de ADAS. Hemos tenido otros proyectos en los que hemos intentado o propuesto observar las condiciones del pavimento en tiempo real y hay algunos productos comerciales que lo hacen. Francamente, cuando empezamos a ver eso, nuestros ingenieros de mantenimiento nos dijeron que realmente no necesitan esa información en tiempo real, que tienen buenas fuentes para esa información en sus encuestas periódicas. Y su respuesta a esos problemas se mide realmente en base a eso. Y así, nos hemos alejado de tratar de hacer un análisis de pagos en tiempo real. Ahora, otras agencias pueden tener mucho interés en eso, pero eso es algo de lo que nos alejamos. Hacemos cada dos años un escaneo LIDAR completo de todas nuestras carreteras estatales, y eso informa nuestro proceso de gestión de activos y analiza cosas como las condiciones de la barandilla y la señalización, y es un sistema muy robusto que nuestro departamento utiliza por completo. Pero este proyecto en particular no se centró allí.

Y hablando de condiciones de pago, Matt pregunta si recogimos bandas sonoras. ¿Era eso parte de eso?

Bueno, lo hicimos, y encontramos resultados realmente interesantes. Lo vimos en un par de lugares. Creo que fue en el 50, tal vez en el 89 también, donde lo vemos en la línea central y luego las rayas están justo encima de eso. Ya sabes, las pinturas se aplicaron directamente a eso y la combinación de esas dos cosas realmente mejoró el rendimiento del detector, y como dije antes, si ese carril es sólido, va a funcionar bien. Si esa banda sonora está ahí o no. Pero si comienza a desvanecerse un poco con el tiempo, esa banda sonora en mi opinión extenderá la longevidad de la legibilidad de la máquina y si eliminara las líneas por completo, las superficies pintadas y si solo tuviera bandas sonoras, estoy seguro de que el vehículo funcionaría bien porque las detectaría nuevamente si el algoritmo está entrenado para ello y podría mantener un control lateral total.

Pero fue interesante, Phil en el video que mostraste hoy, recogió muy bien la franja del carril, que estaba en la parte superior de las bandas sonoras en la línea central. Tomó una franja de carril en el lado derecho. Y más allá de ese carril había una banda sonora, y no parecía confundirla. Parecía saber la diferencia entre la marca del pavimento y la banda sonora, y nunca vi que la línea de la derecha saltara a la banda sonora. Entonces, no sé si eso es solo parte del entrenamiento en el sistema.

Sí, exactamente. Va a priorizar su marcador longitudinal que le está dando el mejor rendimiento y, por lo tanto, justo en esa área que pintó, como dije antes, si tienes algunas cicatrices, puedes superar los problemas con eso. Si sus marcas principales son sólidas allí, tendrá prioridad. Y eso es lo que está pasando.

De acuerdo.

Bueno, voy a hacerle una pregunta a John Olson que se basa en, creo que lo que estás diciendo aquí en términos de cómo, ya sabes, usar este tipo de tecnología en el futuro, él pregunta, ¿hay alguna idea sobre modificar los estándares, como aumentar el ancho de las franjas o codificar las franjas de alguna manera para diferenciarlas? Como un carril de salida, un carril central, algo así.

Por lo tanto, hoy en día se habla mucho de la modificación de las normas y, ya sabes, la FHWA está a punto de publicar una nueva versión del MUTCD. Muchos estados, incluido el nuestro, han optado por franjas de 6 pulgadas en las carreteras interestatales, o al menos en las carreteras interestatales clave en lugar de franjas de cuatro pulgadas. Sin embargo, lo que descubrimos en este estudio en particular fue que no era tanto el ancho de la pintura. Como se trataba de la calidad y el contraste de la marca, Phil mostró un par de ejemplos en los que los carriles de salida no están marcados por separado. Creo que el nuevo MUTCD muestra, no sé si es opcional o requiere un guión corto, una marca punteada, por así decirlo, a través de los carriles de giro para resolver algunos de los problemas de los que habló Phil. Creo que hay un esfuerzo por incorporar algunos de esos tipos de cosas en nuestros estándares y prácticas estándar para que podamos marcarlos mejor. Francamente, también son mejores para los conductores humanos. Creo que gran parte de la razón por la que las agencias están optando por rayas de 6 pulgadas es que son mejores para los conductores humanos, pero algunas de las principales modificaciones que señala este estudio, además de simplemente tener buenas rayas, es la raya de cola de tigre. Por ejemplo, en los pavimentos de hormigón, donde en lugar de poner blanco sobre gris, se alternan rayas blancas y negras sobre gris. Descubrimos que funcionan muy bien. Y realmente mejorar la capacidad del sistema para recoger rayas de pintura. Por lo tanto, hay algunos de esos cambios en proceso, al menos como opciones, y los grupos de estándares están considerando ese tipo de modificaciones.

Y solo tenga en cuenta que un comentario de seguimiento de Eva Lerner Lamb, ella dice que parece que los resultados de este tipo de códigos y estándares de investigación para el DOT estatal y el DOT federal para la señalización de carriles, etcétera, podrían tener sentido.

Sí, sí. Y sabes que los códigos y estándares son un proceso lento. Estoy involucrado en algunos estándares SAE en este momento y es un proceso de varios años para considerar y obtener consenso, y acabamos de ver al MUTCD pasar por ese tipo de proceso durante un período de aproximadamente cinco años en el que analizaron algunos de estos problemas de marcas de pavimento y analizaron estudios y analizaron los esfuerzos que estaban involucrados allí. La ASHADO también ha proporcionado recientemente un manual de operaciones de transporte que tiene un capítulo sobre vehículos conectados y vehículos automatizados, y algunos de estos comentarios están allí. Es una especie de práctica en evolución, pero nos corresponde considerar absolutamente este tipo de resultados. A medida que el transporte y los vehículos cambian, para asegurarnos de que estamos avanzando adecuadamente para respaldar este tipo de tecnologías.

Bill, ¿tienes algo que añadir ahí? Creo que usted también forma parte de algunos comités nacionales.

Tienes razón. Sí, MUTCD, por ejemplo, esa es la Biblia para este tipo de cosas. Creo que todavía se podrían recomendar esos marcadores discontinuos en esas rampas, pero abordar los sistemas de visión artificial se está incorporando cada vez más a esos estándares, pero en una nota relacionada, sabes que tienes retroreflectividad. Por supuesto, eso es un estándar. Eso es muy importante y recientemente hicimos una encuesta en Texas. Y lo hicimos junto a una máquina de retroreflectividad. Entonces, todavía no lo hemos correlacionado, pero ese es el objetivo de correlacionar y ver si estamos viendo una correlación fuerte porque no medimos la retroreflectividad, medimos el rendimiento de la computadora. Y obtenemos KPI y valores de confianza y cosas así, pero esa es una métrica diferente. Pero podemos suponer que hay una fuerte asociación entre esos dos.

Voy a pivotar un poco. Tenemos un par de preguntas asociadas con áreas geográficas específicas. Por lo tanto, Ben Williams pregunta si estamos considerando un futuro despliegue de este tipo en un área urbanizada. Parece que lo que hemos hecho hasta ahora se encuentra principalmente en las áreas rurales de Utah. Y luego la segunda pregunta es de Mark Terry, y nos pregunta si probamos esta tecnología en una zona de trabajo.

¿Alguien que quiera responder a esas preguntas?

Debido a que Utah es un estado grande y nuestras carreteras son largas, muchas de ellas están en áreas urbanas y rurales, pero somos un estado muy urbanizado en el sentido de que alrededor de 3 millones de nuestros tres millones y medio de habitantes viven a lo largo de lo que llamamos el Frente Wasatch, un estrecho tramo de tierra de 70 millas a lo largo de la base de las Montañas Rocosas. aquí en las áreas de Salt Lake y Provo. Esta encuesta incluyó autopistas en esas áreas, una parte de la I-80 estaba en esa área urbanizada, y algunos de los resultados que Phil mostró que están en el informe, hablan sobre la capacidad de este sistema en áreas urbanas. Y eso fue parte del estudio, y fue igual de efectivo allí, siempre y cuando las marcas del pavimento fueran adecuadas, por lo que funcionó tan bien allí como en los tramos rurales. La segunda pregunta fue, recuérdame. Zonas de trabajo. Estoy seguro de que hubo zonas de trabajo por las que pasó.

Sí, tuvimos algunos. Teníamos varias zonas de trabajo y, aunque no apruebo el uso de tecnologías automatizadas en una zona de trabajo, si esas zonas de trabajo están bien marcadas, el sistema puede leer bien esas marcas temporales, y tuvimos varios ejemplos en los que pudo leer bien la carretera y en esas zonas de trabajo porque estaban debidamente marcadas. Teníamos un par de áreas en las que pasaban demasiadas cosas, como en la I-80, por ejemplo, dentro del bucle 215. Especialmente en el área de Wasatch, había mucha construcción allí y estaban sucediendo muchas cosas. Hay algunas superficies irregulares. Había cicatrices en los carriles. Estaban pasando tantas cosas que fracasó. Y en algunas de esas áreas, pero algunas de las de la Interestatal estaban razonablemente bien hechas, aunque no recomiendo usarlas. Siempre debes desconectar esas cosas cuando entres en una zona de trabajo. En el futuro, seremos capaces de automatizar.

Pero eso es en el futuro, llegaremos al punto en el que tendremos vehículos de nivel 4 y nivel 5, y necesariamente tendrán que pasar por zonas de trabajo. Tenemos que encontrar una mejor manera de marcarlos. Lo que sigue también es cierto. Lo notaste en algunos de los videos que mostró Phil. Estábamos conduciendo sobre antiguas zonas de trabajo donde algunas de las marcas de pago temporales no se habían borrado adecuadamente, y algunas de las marcas de pago permanentes aún no se habían colocado allí, y todavía teníamos asfalto fresco, ¿verdad? Así que todos esos son problemas. Todos esos son desafíos en los que tenemos que descubrir cómo mejorar a medida que estas tecnologías se vuelven más frecuentes.

Creo que todo se reduce a que tengas los estándares de tu zona de trabajo. Es necesario tener un desmarcado eficiente como el que mencionaste, borró las marcas del pavimento antiguo y algunos de los toboganes. Algunas de las imágenes que he visto, se ve dónde recoge las marcas correctas del pavimento y evita las marcas oscurecidas u otras veces las marcas fantasma lo desvían, pero se trata de un estudio como este que puede ayudarlo a mejorar los estándares de su zona de trabajo para decir que realmente necesitamos una buena eliminación también para aclarar las nuevas marcas.

Ciertamente no me gustaría ser un trabajador de la construcción en una zona de trabajo con un montón de coches autónomos volando a mi lado. Todavía no. Tengo un par de preguntas sobre el software y los sensores que han surgido desde que hablamos de ello antes. Entonces, una pregunta proviene de un asistente anónimo. ¿Cómo se compara el rendimiento el sistema basado en software de código abierto utilizado en este estudio con los sistemas LKA ya proporcionados por los fabricantes de equipos originales?

Muy buena pregunta. El problema con el sistema LKA de todo el mundo es que es una caja negra, y eso es un problema con los sistemas de IA en general. Por lo tanto, realmente no tienes idea de qué es lo que está causando que haga lo que se supone que debe hacer o lo que no se supone que debe hacer. Por lo tanto, es extremadamente difícil tratar de descomponer una solución OEM que no sea una comparación lado a lado y eso es lo que hicimos, y nuestro vehículo de referencia es un Tesla con piloto automático 2.0. Consideramos que eso es el estado de la técnica y todos estos problemas que identificamos en el estudio son los que también causarían problemas con el Tesla. No hicimos una evaluación comparativa de

la de Utah. No trajimos un coche extra para eso, pero hemos hecho bastante de eso localmente para correlacionar los dos y creemos que nuestros detectores son igual de buenos, si no potencialmente mejores en general. Quiero decir, al final del día, estamos buscando análisis, está bien, mejores datos van a ser mejores análisis. Muchos de los sistemas LKA que existen y recuerden, como dijo Peter, un sistema LKA va a leer y encontrar la línea que va a querer empujar el vehículo hacia atrás en lugar de mantener el centrado completo. Es una especie de pequeña red de seguridad y el rendimiento de esos sistemas LKA no es realmente muy bueno. Porque a menudo no puede autocorregirse o no ve muy bien la marca, pero en realidad es la última generación de asistencia de centrado de carril, que está disponible en casi todas las líneas de OEM ahora y también tendrá un rendimiento de última generación.

De acuerdo.

Perfecto. Mencionaste la inteligencia artificial y voy a tomar la prerrogativa de facilitador. Ninguno de los que nos acompañan hoy aquí ha hecho esto específicamente, pero he tenido una pregunta candente. La inteligencia artificial es un tema candente en estos días. Lo estamos viendo realmente explotar en la escena en todos los aspectos y facetas de nuestras vidas. Por lo tanto, la tecnología de vehículos automatizados es una de las primeras en adoptar la utilización de la IA. ¿Cuáles creen que son algunos de los escollos o desafíos que tendremos que mitigar en el futuro en el uso de la IA y las implementaciones futuras? Y entonces, ¿cuáles son esas oportunidades que realmente deberíamos aprovechar porque los humanos no podemos hacerlo todo? Empecemos con Blaine, luego Peter y Phil.

Entonces, un par de cosas me vienen a la mente aquí, y la primera es algo que Phil mencionó, así que tal vez le robe su respuesta. Esperemos que tenga otro. Estos sistemas se basan en el análisis de vídeo, y hoy en día tenemos muchos sistemas en nuestras vidas que se basan en el análisis de vídeo. Ya sabes, cámaras de seguridad en los aeropuertos y todo tipo de características. Nuestro teléfono, francamente, utiliza análisis en el video o las imágenes fijas que crea y puede decirte dónde estás, ese tipo de cosas. La IA tiene un enorme potencial para mejorar la capacidad de reconocimiento de imágenes en fotografías fijas o de vídeo, por así decirlo, ¿verdad? Y entonces, la clave ahí, luego mi segundo punto. Lo que tenemos que hacer en el futuro, todo esto necesita ser entrenado. La inteligencia artificial no es más que un proceso en el que el ordenador mira todo lo que sabe y trata de extrapolar más allá de eso. Y así, tratamos de entrenar a la computadora con más ejemplos de cómo se ven las imágenes. Creo que uno de los desafíos con los vehículos automatizados hoy en día es que no pueden identificar todo lo que ven y, por lo tanto, algunas de las situaciones en las que se encuentran, algunos de los casos extremos en los que se encuentran, son porque realmente no saben qué es todo lo que les rodea. La inteligencia artificial nos ayudará a resolver ese problema. Y tienes razón, Muriel. Estamos viendo IA, estamos hablando de IA en todos los aspectos de lo que hacemos, el análisis de video, creo que es un gran caso. El otro artículo que voy a incluir, Phil mencionó que tenemos terabytes de datos en nuestro trabajo de vehículos conectados. Tenemos terabytes de datos. La IA nos ayudará a empezar a clasificar esos datos y a encontrar tendencias e información útil allí. Así es como yo lo veo.

Eso es fantástico. Como no experto en la materia, comprender mejor cómo la IA puede ayudar a mejorar mi vida y mejorar la seguridad de nuestro sistema vial es realmente útil.

Obviamente, no estamos usando IA generativa para leer las carreteras, por lo que es realmente un animal diferente en el caso de estas aplicaciones, estás usando IA para algo muy específico y es poder detectar y clasificar con confianza que hay algo allí. De acuerdo. Y como dijo Blaine, se trata del entrenamiento de esos detectores. Y lo alimentas con cantidades masivas de imágenes. Y muestras que tienen la verdad fundamental conocida, por lo que se etiquetan como datos, por lo que se proporciona toda esta entrada con toda esta salida asociada, y luego se construye el modelo y eso es parte del modelo de inferencia. Y ese es el punto de partida. Y luego, a medida que pasa el tiempo, recopila nuevos datos y luego puede volver a entrenar esa red para que sea mejor en la detección de lo que sea que esté tratando de detectar. Por lo tanto, no se usa de mala manera. Sin embargo, yo diría que un automóvil, y esto es la seguridad funcional, ya sabes, en el pasado, no hace mucho tiempo, la inteligencia artificial no pasaría los estándares de seguridad funcional porque no puedes hacer un análisis adecuado de lo que está haciendo la red neuronal y es un resultado probabilístico y hay diferentes métricas y diferentes formas de asegurar que el sistema esté certificado para cumplir con ciertos niveles de rendimiento desde el punto de vista de los resultados. por lo tanto, la IA y la automoción no siempre se han llevado bien, pero ahora todo es diferente, ahora la IA se está adoptando de muchas, muchas maneras.

¿Qué te parece, Pedro?

Sí, habrá más que aprender. Puedes alimentar todos los escenarios posibles que pienses en el área hoy y luego mañana algo que aparezca en la carretera, ya sea un proyecto de mantenimiento o una línea de servicios públicos, entra y excava el pavimento para que se vea diferente a la última vez que lo miré. O hay un nuevo tipo de vehículo en la carretera. No se puede alimentar todas las imágenes de todos los vehículos y luego aparece alguien en una bicicleta reclinada y ya se ha visto antes, o un scooter. Le damos grandes cantidades de información. Estamos haciendo estas encuestas de barcos y siempre hay algo nuevo que aprender. La IA aprende de toda esta enorme cantidad de información. En este momento, todavía tenemos al humano en el bucle, ¿verdad?

Bueno, es por eso que todos estos sistemas requieren un humano en el circuito. Los humanos tienen la última palabra. Los sistemas de monitoreo del conductor se aseguran de que estén observando la carretera. En algunos casos, es necesario sujetar el volante a pesar de que es un control lateral total. Quiere asegurarse de que sigues comprometido. Porque no es una cuestión de si, es solo una cuestión de cuándo ese vehículo va a entrar en una situación. No va a saber qué hacer, y va a exigir una toma de control inmediata.

Entonces, ya sea que las personas estén detrás del volante o de forma remota, algunos de estos taxis robóticos sin conductor también tienen un monitor remoto encendido, por lo que pueden tomar el control. Entra en el intercomunicador y di, oye, ¿qué está pasando?

Bueno, los vehículos Tesla estaban siendo citados por tantas colisiones con vehículos de emergencia y es solo porque sus algoritmos no estaban entrenados para identificar esos vehículos.

Derecha.

Al menos eso es lo que dicen, pero hay muchos escenarios en los que estos taxis robóticos se atascan en ciertas áreas y mucho de eso tiene que ver con vehículos de emergencia. Has oído hablar de todas las cosas en California y de toda la controversia sobre las posibles interrupciones que pueden encontrar estas flotas de taxis robóticos, o incluso crear cuando se acercan a una situación que tiene muchos vehículos de emergencia.

Voy a hacer dos preguntas más a los asistentes y luego les pediremos sus pensamientos de despedida. Por lo tanto, Brian Romanski pregunta sobre el papel de la tecnología V2X en el apoyo a la conducción autónoma. No sé si conoces tu punto de vista sobre, ya sabes, los vehículos de emergencia y el tipo de prioridad de señalización, tal vez que las intersecciones señalizadas, ya sabes, juegan un papel en estos desafíos. ¿Cómo se sincronizará la tecnología de vehículos autónomos con los sistemas V2X que UDOT está configurando?

Entonces, creo que es una gran pregunta y creo que hay una gama bastante amplia de opiniones al respecto. Sé que algunos de los desarrolladores de vehículos automatizados sienten que no pueden confiar en los datos V2X y, por lo tanto, no los van a usar, les gustaría poder obtenerlos todo el tiempo, pero no sienten que puedan. Personalmente, creo que V2X tiene un papel muy importante en hacer que los vehículos automatizados tengan más éxito. Hay casos extremos de los que hemos hablado en los que el vehículo automatizado puede no estar capacitado para reconocer ciertas cosas y la información que se envía al automóvil a través de una transmisión V2X puede ayudar a eso. Incluso más allá de eso, veo un vehículo automatizado como un vehículo que funciona en función de lo que puede ver. Los sensores a bordo del vehículo están viendo cosas a su alrededor y el vehículo automatizado responde a ellas. No puede ver lo que no puede ver, ¿verdad? Por lo tanto, la belleza de V2X es que podemos decirle al vehículo cosas que no puede ver y permitirle operar por sí mismo en función de lo que puede aprender sobre el entorno que lo rodea. Un par de ejemplos clásicos. Si su vehículo está siguiendo a otro vehículo, no puede ver el vehículo que está delante de él, lo cual, cuando ponga los frenos, no lo sabrá hasta que el vehículo que se encuentra delante de usted ponga los frenos y los sensores de su vehículo respondan a eso. V2X podría decirte eso. En segundo lugar, el vehículo automatizado puede ver la señal de tráfico y saber si la luz es roja, amarilla o verde. No sabe cuándo va a cambiar, pero V2X puede decírtelo. V2X puede decirte si alguien se va a pasar ese semáforo en rojo en otra dirección, por lo que hay todo tipo de valor, y sé que hay algunos fabricantes de automóviles que creen en esa redundancia, y esa simbiosis entre los sensores automatizados de los vehículos y la información de los vehículos conectados, y estoy de acuerdo con eso, creo que hay un gran papel allí, pero los vehículos automatizados están siendo desarrollados por los fabricantes de vehículos y ellos controlan lo que entra en sus coches. No controlan lo que ponemos al borde de la carretera. Por lo tanto, en la carretera, tenemos que dar un paso adelante e implementar la tecnología de vehículos conectados y demostrar a los desarrolladores de todo tipo de vehículos, automatizados y no,

que tenemos información para compartir que estamos dispuestos a compartir, y que estamos dispuestos a ayudarlos con eso. Creo que nosotros, como agencias, tenemos que dar un paso adelante y demostrar que se puede hacer.

Sí, estoy totalmente de acuerdo. Especialmente en entornos urbanos, se necesita más que nunca cuando ese vehículo automatizado está en zonas rurales, no va a tener conectividad en todos esos lugares, por lo que hay que tener la inteligencia a bordo.

Correcto, correcto.

Pero hay una razón por la que hay una C en Cav, la conectividad y los servicios conectados en general son una parte vital de la ecuación y para todos esos casos de uso que Blaine mencionó, no podría estar más de acuerdo.

Por lo tanto, los vehículos serán autónomos, pero deben estar sincronizados, hablando y conectados con el sistema en el que conducen.

Sí, particularmente con estos eventos dinámicos que sucedieron, cuando algo cae a la carretera y crea un bloqueo y es instantáneo, debe agregar ese contenido de inmediato y poder distribuirlo a los vehículos que se aproximan. Y hay empresas trabajando en eso. Esto es algo así como WYZE, en cierto sentido, te dice que hay un vehículo averiado adelante. Este crowdsourcing en el futuro, ser capaz de agregar esos eventos dinámicos en tiempo real, y luego ser capaz de redistribuir esos mensajes de seguridad a los vehículos que se aproximan para evitar posibles problemas.

De acuerdo.

Bueno, con eso, les pediría a cada uno de ustedes que se tomaran de 30 segundos a un minuto y brindaran a nuestros asistentes sus pensamientos de despedida. ¿Cuál es la conclusión clave más importante que espera que los cientos de personas que nos acompañaron hoy aprendan de nuestro seminario web? Vamos, Blaine, Peter y Phil.

Entonces, dos cosas muy rápidamente. En primer lugar, hay cosas que nosotros, como agencias, podemos hacer para ayudar a apoyar la evolución y el desarrollo de los vehículos automatizados, y tenemos que dar un paso adelante y hacerlo. Una de esas cosas son nuestras marcas de carril. Segundo. Aprendemos de la práctica y, por lo tanto, como agencias, debemos dar un paso adelante y hacer algunas de estas cosas. Pruébelos, no tenga miedo de hacer algo mal, o de fallar, y simplemente hacerlo y seguir adelante. Hay una gran cantidad de aprendizaje involucrado en el tipo de cosas que estamos tratando de hacer aquí.

Sí, yo diría que las marcas de carril son más importantes que nunca. No solo para que los conductores humanos los vean en la carretera, sino también para que los vehículos automatizados los usen. Por lo tanto, deben ser claros y si son temporales o permanentes. Sí, deben ser claros y legibles. Por lo tanto, el mantenimiento es importante.

En teoría, se podría operar sin marcas. Si todos los vehículos tuvieran toda la tecnología y tuvieran estos mapas virtuales de alta definición, sus marcas virtuales están en la computadora y se están posicionando. Y si todo el mundo estuviera en la parrilla, en teoría se podría hacer sin marcas. Eso no va a suceder pronto. ¿De acuerdo? Al final del día, las marcas son la verdad fundamental sobre el terreno. Como dije, porque vas a priorizar los sistemas de visión sobre todo lo demás y lo que funciona bien para la máquina, funciona bien para el humano. Si el humano no puede ver muy bien en ciertas condiciones, es muy probable que la computadora tampoco pueda verlo.

Entonces, si aprendemos algo más hoy. Son marcas de carril, marcas de carril, marcas de carril.

Muchas gracias. Estamos justo en la parte superior de la hora. Agradecemos a todos los que nos han acompañado hoy y, por supuesto, gracias a nuestros presentadores. Personalmente, he aprendido mucho y espero que todos los demás también lo hayan hecho. Enviaremos materiales de seguimiento, incluidos los informes del seminario web, por correo electrónico en nuestra correspondencia posterior al seminario web, y toda esta información estará disponible dentro de una semana en el sitio web de UDOT Transportation Technologies. Gracias de nuevo por su participación y nos pondremos en contacto.

Gracias a todos.

Muy bien. Gracias.

Gracias.