

Forschungs- und Entwicklungsfahrzeug mit redundanter EtherCAT-Kommunikation

Nasa entwickelt modulares Roboterfahrzeug



Das von der NASA entwickelte modulare Roboterfahrzeug sieht zwar auf den ersten Blick wie ein „Roadster“ aus, ist aber technologisch eher ein Roboter. Da jede Lenk- und Antriebseinheit separat gesteuert wird, kann sich das MRV ziemlich unorthodox bewegen.

„Sie sollten sich besser anschnallen“, riet uns Mason Markee, einer der Maschinenbauingenieure des NASA-Forschungs- und Entwicklungsteams und Fahrer bei unserer Probefahrt mit dem von der Raumfahrtbehörde entwickelten modularen Roboterfahrzeug (MRV, Modular Robotic Vehicle). Das MRV ist ein Meilenstein der NASA-Forschung in Sachen Fahrzeuge der Zukunft für Erde und Weltraum. Wir haben das Johnson-Raumfahrtzentrum in Houston besucht, um das MRV zu sehen und einige Probefahrten auf dem Beifahrersitz zu absolvieren. Der vierrädrige Zweisitzer sieht auf den ersten Blick aus wie ein „Roadster“, entspricht technologisch aber eher einem Roboter.

Jede Rad- und Lenkbaugruppe des MRV ist ein „e-corner“ (um es in der Robotersprache der NASA auszudrücken, was so viel bedeutet wie „elektronische Ecke“) und jedes Gerät im „e-corner“ ein „joint“ (Verbindung). Die Bedienelemente für Antrieb, Bremse und Lenkung der Räder werden über ein dreifach redundantes EtherCAT-Netzwerk gesteuert. Da jede Lenk- und Antriebseinheit separat gesteuert wird, kann sich das MRV ziemlich unorthodox bewegen, so wie wir es bereits von anderen Roboterfahrzeugen des NASA-Forschungs- und Entwicklungsteams kennen.

„Das MRV ist eine Forschungs- und Entwicklungsplattform für unser Mobilitätsroboterprogramm. Zu den potentiellen Anwendungen gehört ein potentielles Erkundungsfahrzeug für zukünftige Mond- oder Mars-Missionen. Schwerpunkte dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekts sind Sicherheit, Zuverlässigkeit, Manövrierfähigkeit und die Mensch-Maschine-Interaktion. Der Vorgänger dieses Fahrzeugs, das letztendlich zur Entwicklung des MRV führte, war das sogenannte Geländeerkundungsfahrzeug (Surface Exploration Vehicle, SEV)“, erklärt Ryan Reed, NASA-Ingenieur und Gastgeber bei unserem Besuch im Johnson-Raumfahrtzentrum. „Unser Ziel war es, ein Fahrzeug mit zuverlässiger, ausfallsicherer Bedienersteuerung zu entwickeln. Das MRV sollte bis zu zwei Passagieren Platz bieten und mit hoher Geschwindigkeit fahren können, womit die Sicherheit zum Hauptanliegen wurde.“

Von Weitem sieht das MRV aus wie ein kleiner, offener Sportwagen oder ein Roadster, allerdings ein Hightech-Exemplar mit digitaler Armaturenbrettanzeige, gold-eloxierten Bauteilen und sogar mit Ablage fürs Smartphone. Es kann wie herkömmliche Nutzfahrzeuge mit Zweirad- und Vierradlenkung gefahren werden. Sobald aber Mason Markee von der NASA die Auffahrt verließ und auf die Straße mit den parkenden Fahrzeugen vor dem Gebäude einbog, wechselte er in den „omnidirektionalen Modus“ (Abbildung 1). Plötzlich hatte man das Gefühl auf Eis zu rutschen. Die Fahrzeugfront zeigte in eine völlig andere Richtung als sich das Fahrzeug bewegte. Lenken ist überraschend einfach – man braucht nur ein Lenkrad und einen Joystick in der Mittelkonsole. Das MRV kann sogar einen sogenannten „Zero-Turn“ ausführen, also auf der Stelle wenden, ähnlich wie ein hochmoderner Rasenmähertraktor. Mason konnte bei einer Fahrgeschwindigkeit von 15 Meilen/h leicht und elegant zwischen den Modi wechseln, ein- und ausparken und dabei die Fahrbahnmarkierungen respektieren und gab sich auch sonst alle Mühe, seine Beifahrer zu beeindrucken. Die Fahrer auf der öffentlichen Straße am Johnson-Raumfahrtzentrum schienen an den seltsamen Anblick des merkwürdig dahin gleitenden Fahrzeugs gewöhnt zu sein.

„Wir hatten bei der Steuerung anderer Roboter bereits Erfahrungen mit CAN, MIL-STD-1553, Ethernet, und LVDS gesammelt. Wir suchten aber ein Netzwerk, in dem wir den Roboter auch mit wenigstens einem Fehler weiter steuern und ausreichend Daten übertragen können, um das Fahrzeug auch bei hohen Geschwindigkeiten unter Kontrolle zu behalten“, sagt Ryan Reed. „Nachdem einer unserer Kollegen bei einem ETG-Seminar an einer EtherCAT-Präsentation teilgenommen hatte, testeten wir EtherCAT mit unserer technischen Spezifikation. Wir bauten einen Prüfstand auf und konnten unsere Vorgaben schnell realisieren. Das Ergebnis war das MRV.“

Auf unsere Frage, welche EtherCAT-Eigenschaft für die Forschungs- und Entwicklungsgruppe die wichtigste war, antwortet Ryan Reed: „Die Hauptvorteile

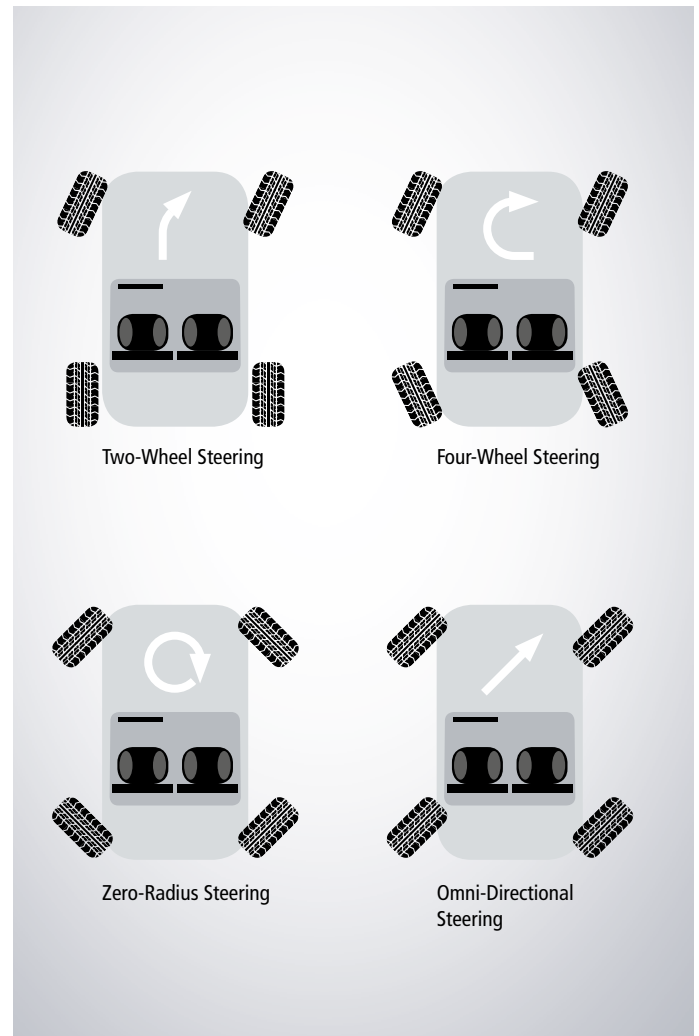


Abbildung 1: Das MRV kann wie herkömmliche Nutzfahrzeuge mit Zweirad- und Vierradlenkung fahren, es kann aber auch in den „omnidirektionalen Modus“ schalten.

sind die große Bandbreite von EtherCAT und die Kabelredundanz. Beim Test dieses Features behielten wir mit unserem Hauptrechner die Kontrolle über alle Joints, auch nachdem wir einen einzelnen Anschluss getrennt hatten. Da im Hauptrechner nur handelsübliche Komponenten verwendet wurden, war der Aufbau einfach zu realisieren.“ Dann benennt Ryan Reed einen weiteren Vorteil: „Die Strahlungsimmunität der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (ASIC) war eine weitere interessante Eigenschaft. Obwohl das MRV nur ein terrestrisches Fahrzeug ist, konnten wir die ASICs testen, nachdem die Strahlungsprüfung einiger anderer Bauteile beendet war. Die ASICs erhielten sehr gute Noten, und wir ziehen deren Verwendung bei einem zukünftigen Projekt in Betracht.“

Die Redundanz-Maßnahmen im MRV übersteigen alles, was für Kabelredundanz in EtherCAT-Systemen normalerweise vorgesehen ist. Jeder Joint-Slave verfügt über duale EtherCAT-Slave-Controller-Chips (Beckhoff ET1100 ASICs) (Abbildung 2). Jeder EtherCAT-Slave-Chip ist mit einem der zwei komplett unabhängigen EtherCAT-Netzwerke zweier getrennter Master verbunden. Sie

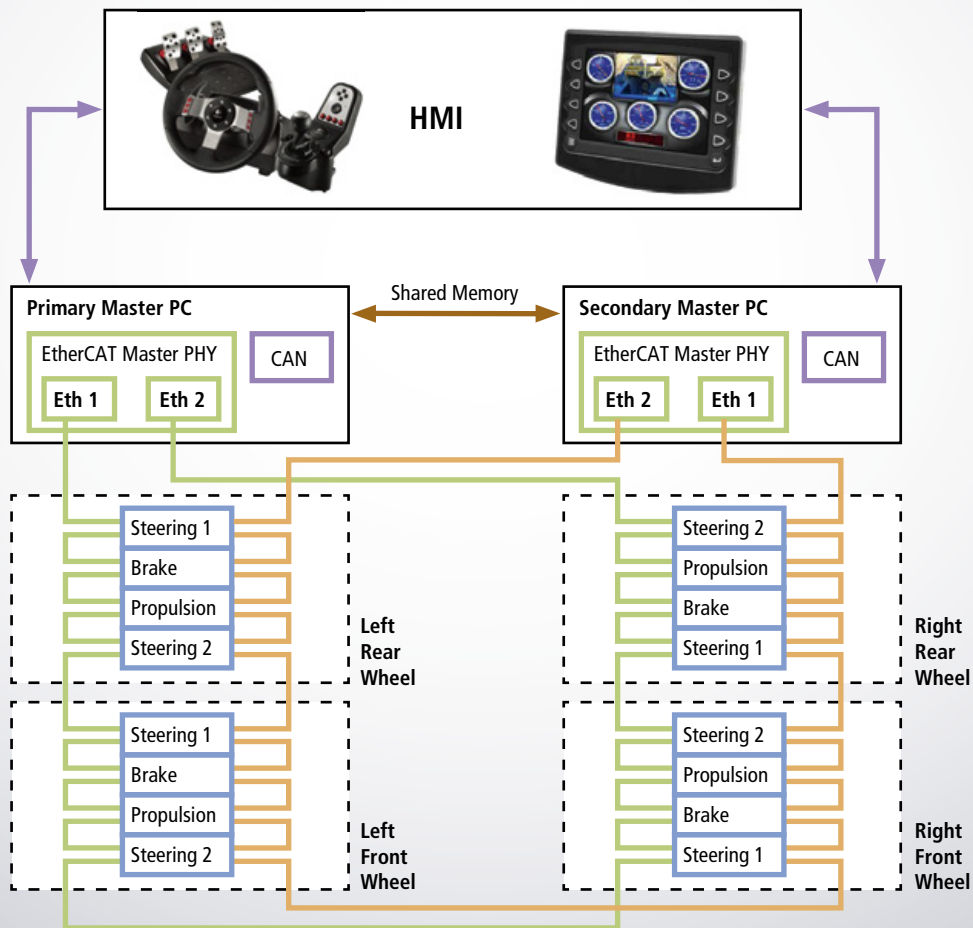


Abbildung 2: Die Bedienelemente des MRV für Antrieb, Bremse und Lenkung der Räder werden über ein dreifach redundantes EtherCAT-Netzwerk gesteuert.

haben einen gemeinsamen Speicher und nutzen beide Kabelredundanz. Also hat jedes Gerät duale ESCs, die mit zwei separaten redundanten Kabelnetzwerken und mit zwei separaten Mastersteuerungen verbunden sind. Auf die Frage, ob denn das MRV-Projekt ein Erfolg sei, antwortete Ryan Reed: „Absolut! Bei einem Forschungs- und Entwicklungsprojekt ist man natürlich nie fertig. Allerdings fährt das MRV jetzt bereits einige Jahre und unsere Fahrer fühlen sich auf ihm sicher. Für uns war die praktische Umsetzung eines sicheren, redundanten und zuverlässigen Roboters ein großartiges Forschungsprojekt. Tatsächlich waren einige der anderen NASA-Projektteams von unserer Umsetzung beeindruckt und haben sie in ihre Systeme übernommen.“

So nutzt z. B. der ARGOS (Active Response Gravity Offload Simulator), der die verringerte Gravität auf Mond und Mars simuliert, bereits EtherCAT. Das Team Wearable Robotics (Biomechatronik) prüft, ob EtherCAT als Netzwerklösung für menschliche Exoskelette geeignet ist. Alle fortschrittlichen Ausrüstungen und Geräte im Sonnensystem können sich bei der Datenübertragung auf EtherCAT verlassen.



Autor: Thomas Rettig,
Senior Product Manager EtherCAT
Technology, Beckhoff



Autor: Joseph Stubbs,
Professional Engineer, EtherCAT
Technology Marketing, Beckhoff

weitere Infos unter:

www.nasa.gov

www.beckhoffautomation.com