

Fremskritt innen maskinlæring for kjøretøysikkerhetssystemer

Gjennomgang av tekniske grunnlag og anvendelser

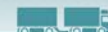
TØI rapport 2069/2024 • Forfattere: Anders Kielland, Anna Piterskaya, Christian Weber • Oslo, • 25 sider

- Utviklingen innen maskinlæring (ML) har fundamentalt endret sikkerhetssystemer i moderne kjøretøy igjennom forbedret ulykke-forebyggingsanalyse, tilpasset trafikkhåndtering, førerovervåkning og autonom kjøretøystyring i sikkerhetskritiske situasjoner.
- ML bruker ulike datakilder, inkludert kjøretøysensorer, trafikkflyt- og infrastrukturdata, værdata og historisk ulykkesstatistikk.
- Sentrale ML-applikasjoner i kjøretøys sikkerhetssystemer inkluderer:
 - Ulykkesprediksjoner, som fører til forbedret veiinfrastruktur.
 - Sanntid adaptive trafikkstyring for optimalisert trafikkflyt.
 - Førerassistenssystemer som tilrettelegger for sikker kjøring.
 - Monitorering av førers atferd og tilstand, inkludert døsigthet og distraksjon.
 - Deteksjon av mekaniske feil før potensielle ulykker oppstår.
 - Systemer i autonome kjøretøy, som forbedrer persepsjon, planlegging og beslutningstaking.
- Utfordringer inkluderer "svart boks" problemet, bias i ML-modeller, personvern hensyn og regulatoriske begrensninger, som krever forklarbar KI og solide cybersikkerhetstiltak.

Den senere tids økning i bruk av ML i moderne kjøretøys sikkerhetssystemer har ført til en endring fra tradisjonelle regelbaserte systemer til mer datadrevne og adaptive teknologier. Med økende implementeringen av ML i sensorbasert teknologi, prediktiv analyse, sanntids-trafikkkontroll, overvåking av føreradferd og autonome kjøretøy spiller denne utviklingen en sentral rolle i trafiksikkerhet og mobilitet. Utviklingen har gitt bedre ulykkesforebygging, optimalisert trafikkstyring og en betydelig videreutvikling av førerassistenssystemer.

Denne rapporten gir en oversikt over anvendelse av ML i kjøretøysikkerhet. Den gjennomgår fundamentale prinsipper, forståelse og metoder i ML, integreringen i sikkerhetssystemer og etiske og lovmessige utfordringene knyttet til implementering av ML-drevne systemer.

ML er en datadrevet prosess og er ofte avhengig av store mengder data av høy kvalitet for å fungere optimalt. Datakilder inkluderer sensorer som Light Detection and Ranging (LiDAR), radarer, kameraer, globale navigasjonssatellittsystemer (GNSS) og akselerometre, samt trafikk-målinger, overvåkningskameraer og infrastruktur i smarte byer. Omgivelsesdata registreres via satellittbilder, værstasjoner og sensorer fra «internett-of-things». Kommunikasjon mellom kjøretøy og omgivelsene, kjent som «Vehicle-to-Everything» (V2X), muliggjør sanntidsinforma-



sjonsdeling mellom biler og infrastruktur. Robuste datasikkerhetssystemer og rask dataprosesering er også helt avgjørende for å utnytte MLs fulle potensial ML for sikkerhet i kjøretøy.

Bruk av ML i kjøretøysikkerhet omfatter et bredt spekter av tilnærminger og metoder innen prediktiv modellering, deteksjon av unormaliteter og adaptiv beslutningstaking. For eksempel kan sanntids prediksjonsmetoder brukes til proaktivt å vurdere ulykkesrisiko, veiforhold og trafikkbildet. Dette muliggjør dynamiske regulering av fartsgrenser, trafikksignal og endringer i kjørefeltretning resulterende i optimalisert trafikkflyt med økt sikkerhet. Avanserte førerassistansesystemer (ADAS) bruker ML i kjørefeltholder, adaptiv cruisekontroll og sikkerhetsassistanse. Prediktivt vedlikehold og overvåking av kjøretøystatus oppdager mekaniske feil, dekkslitasje og bremseproblemer før de utgjør en sikkerhetsrisikoer. Den senere tids utvikling i nevralt nettverk er helt sentral i sensorfusjonsteknikker og objekt-deteksjon i komplekse kjøremiljøer. Overvåking av bilfører sin atferd og oppmerksomhet er basert på ML-drevet ansikts-gjenkjenning, fysiologiske sensorer og analyse av kjøretøyets oppførsel på veien. Videre analyseres individuelle kjørestiler for å gi personlige tilpassede sikkerhetsanbefalinger, også ved hjelp av gamifisering for å oppmuntre til tryggere vaner. Transport utvikler seg i en retning av autonom kjøring og vil ML være avgjørende for sikkerheten ettersom selvkjørende biler må operere i svært dynamiske og komplekse miljøer, der ML-metoder ser ut til å være den eneste funksjonelle løsningen.

Til tross for fremgang står ML-drevet kjøretøysikkerhet overfor en rekke utfordringer, inkludert personvern, cybersikkerhetsrisikoer, mangel på transparens og regulatoriske hindringer. Det er utfordrende å forstå hva som foregår inne i en ML-modell, noe som krever nye metoder og tilnærminger for beslutningsverifikasjon og tillit til sikkerhetssystemene. Bias i ML-modeller kan føre til feilaktig ansvarsfordeling. Regulatoriske rammeverk må videreutvikles for å tilpasses KI-basert beslutningstaking i samsvar med etiske prinsipper og effektive regulering.