

Autonom systemövervakning med simuleringsmodeller och maskininläring

Daniel Jung

Projektdirektiv
2020-08-31

Sida 1

Projektnamn	Autonom systemövervakning med simuleringsmodeller och maskininläring
Beställare	Daniel Jung ISY
Projektledare	Student
Projektbeslut	Daniel Jung, ISY
Projektid	Läsperiod 1-2, HT 2020. Projektet klart senast vid projektkonferensen.
Rapportering	<p>Löpande rapportering: Varje vecka ska tid rapporteras per person och aktivitet samt en statusrapport inlämnas.</p> <p>LIPS-dokument:</p> <ul style="list-style-type: none">• kravspecifikation• projektplan med aktivitetslista• översiktlig tidplan• enkel testplan• designspecifikation• testprotokoll• mötesprotokoll med en enkel statusrapportering• tid ska rapporteras per person och aktivitet en gång i veckan• protokoll över beslutspunkter• användarhandledning• dokumentation av projektresultat i form av en teknisk rapport• efterstudie med uppföljning av resultat och använd tid <p>Krav på rapportering utöver LIPS-dokumentet:</p> <ul style="list-style-type: none">• poster• muntlig presentation av systemet innan BP2 för beställare• muntlig presentation där genomförande och resultat beskrivs• hemsida som beskriver projektet• film att publicera på Youtube• nyskriven kod ska uppfylla Googles kodstandard: https://google.github.io/styleguide/cppguide.html https://google.github.io/styleguide/pyguide.html
Parter	<p>Kund: (Volvo Cars), Daniel Jung, Fordonssystem/LiU</p> <p>Beställare: Daniel Jung, Fordonssystem/LiU</p> <p>Handledare: Max Johansson, Fordonssystem/LiU</p>

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 0.1	2020-08-25	Först utkast	DJ

Projektdirektiv

Daniel Jung

2020-08-31

Sida 2

	Projektgrupp: Cirka 8 studenter
Projektets bakgrund och syfte	<p>När fler och fler tekniska system i samhället blir autonoma, till exempel inom transportsektorn, ökar kraven på säkerhet och tillförlitlighet eftersom systemen ska agera helt eller delvis självständigt utan mänsklig inblandning. Komponenter som börjar tappa prestanda, eller i värsta fall går sönder, påverkar ett systems funktion och kan bli en fara för människa och miljö om felet inte upptäcks och åtgärdas i tid. Felande komponenter kan också ha en stor ekonomisk påverkan på företag ifall maskiner och fordon plötsligt går sönder vilket kan resultera i produktionsstopp eller stopp i leveranskedjan. Ett viktigt syfte med ett diagnosystem, för till exempel industrirobotar eller transportfordon, är att få en uppfattning om systemet kan uppfylla sina uppgifter på ett tillförlitligt sätt vilket behövs för att planera företagets verksamhet och schemalägga när service ska ske.</p> <p>Även om sensordata och modeller används för att upptäcka när ett fel inträffar, så har operatörer fortfarande varit en viktig sensor (hörsel, känsel, syn) för att identifiera när ett system beter sig konstigt. I autonoma system, till exempel självkörande fordon, försvinner operatören (föraren) ur loopen och därför krävs det att systemet själv ska kunna upptäcka och identifiera fel utan mänsklig inblandning. Detta kompliceras av modellosäkerheter och mätbrus samt att fel inträffar relativt sällan vilket gör att det finns en begränsad mängd historiska data från olika fel att kalibrera ett diagnosystem med. Därför måste diagnosystemet kunna hantera både okända felfall och kunna förbättra sin dignosprestanda över tid allt eftersom nya feldata blir tillgängliga. Dessutom är det viktigt, när en mänsklig operatör tillkallats, att kunna förstå varför ett diagnosystem har dragit en viss slutsats för att snabbt kunna förstå vad som hänt och ta beslut om vilka åtgärder som ska genomföras.</p> <p>För att kunna övervaka tekniska system används både fysikaliska modeller och maskininlärning för att prediktera hur systemet nominellt ska fungera och kunna modellera effekten av fel i olika delar i systemet. Dessutom finns det ofta flera orsaker som kan förklara ett visst felaktigt beteende. Därför behöver diagnosystemet utvärdera flera olika felhypoteser för att identifiera vilken komponent som håller på att gå sönder och hur allvarligt ett eventuellt fel är. Ett koncept från flygindustrin som fått stor uppmärksamhet är digital twins, där ett</p>

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 0.1	2020-08-25	Först utkast	DJ

Projektdirektiv

Daniel Jung

2020-08-31

Sida 3

	<p>fysiskt system har en "digital kopia" som använder både fysikaliska modeller och statistisk dataanalys för att simulera hur det fysiska systemet används och utifrån det skatta systemets hälsa.</p>
Projektets mål och effekt	<p>I det här projektet ska gruppen utveckla ett diagnosystem som använder både simuleringsmodeller och maskininlärning för att med hjälp av sensordata upptäcka och skatta degradering i ett system och lokalisera vilka komponenter som felar. Som en del av ett autonomt system är det relevant att diagnosystemet i så stor utsträckning som möjligt ska kunna kalibrera sig själv utan mänsklig inblandning. Det inkluderar att kunna upptäcka fel som inte har observerats förut, föreslå var felet troligen har inträffat, och förbättra diagnosprestanda över tid genom att lära sig från nya observerade data från olika fel. En möjlighet är att använda modeller och simulerade data när det är svårt att samla in träningsdata från fel för att träna diagnosystemet och sedan vikta ihop information från simuleringar och data från observerade fel. Det föreslagna diagnosystemet skall presentera information om systemets hälsa för en operatör och dessutom visa varför diagnosystemet har kommit fram till en viss slutsats.</p> <p>I projektet kommer en motortestbänk i fordonssystem labb att användas som fallstudie där det finns möjlighet att både samla in data från olika körcykler och injicera fel under körning i både mjukvara och hårdvara. Det utvecklade diagnosystemet skall utvärderas experimentellt och demonstreras på olika felscenarion insamlade från motortestbänken.</p> <p>Motortestbänken består av en fyrcylindrig förbränningsmotorn och en broms tillsammans med en fordonsmodell som kan användas för att köra motorn i olika körcykler. Det går att komma åt parametrar och sensordata från motorns styrsystem för att samla in data men också injicera fel genom att ändra olika parametrar. Det finns också möjlighet att samla in data från fysiska fel på motorn, så som läckor i luftsystemet och kloggning av luftfiltret.</p> <p>Under projektet kommer det att uppmuntras att tillgängliga mjukvarubibliotek för enskilda deluppgifter om möjligt används och integreras i den utvecklade kompletta lösningen för projektet. Detta innebär att fokus i projektet kommer att vara på det systemtekniska perspektivet. Det kommer också att finnas utmärkta möjligheter att fördjupa sig inom specifika algoritmer och metoder samt göra egna implementeringar av dessa och utvärdera i experiment.</p>

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 0.1	2020-08-25	Först utkast	DJ

Projektdirektiv

Daniel Jung

2020-08-31

Sida 4

Projektets långsiktiga mål	Projektets långsiktiga mål är att undersöka hur fysikaliska modeller kan användas tillsammans med maskininlärning för att klassificera data från okända typer av fel. Behovet av diagnossystem har ökat för att stärka tillförlitligheten och tillgängligheten hos olika industriella autonoma system men också skapat nya lösningar och tjänster som kunder efterfrågar. Maskininlärning har fått mycket uppmärksamhet på senare tid men det finns fortfarande många frågetecken kring hur man ska hantera klassificeringsproblem, så som feldiagnos, där tillgängliga träningsdata är begränsad. Användning av fysikaliska modeller är en lösning och detta projekt kan ses som en prototyp för att utvärdera hur modeller och data kan kombineras i framtida diagnossystemlösningar.
Delleveranser	<p>BP2 ska infalla senast tre veckor efter första föreläsningen. Då ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none">• kravspecifikation• verbal presentation av systemet• projektplan inklusive tidsplan• utkast på designspecifikation. <p>Vid BP3 ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none">• designspecifikation• testplan. <p>Vid BP4 ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none">• Grundläggande funktionalitet av diagnossystemets olika moduler ska valideras för ett antal kända felfall <p>Vid BP5 ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none">• all funktionalitet• testprotokoll• användarhandledning• presentation där det visas att kraven i kravspecifikationen är uppfyllda. <p>Vid BP6 (innan projektkonferensen) ska följande levereras:</p> <ul style="list-style-type: none">• teknisk rapport• efterstudie med uppföljning av resultat och använd tid• posterpresentation• hemsida som beskriver projektet• film att publicera.

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 0.1	2020-08-25	Först utkast	DJ

Autonom systemövervakning med simuleringsmodeller och maskininlärning

Projektdirektiv

Daniel Jung

2020-08-31

Sida 5

	Dessutom ska tidsrapportering per aktivitet och person samt statusrapportering lämnas in till beställare en gång per vecka. Statusrapporten skall även skickas till kunden.
Projektdeltagare	Projekttroller som måste finnas i projektet: <ul style="list-style-type: none">• Projektledare• Dokumentansvarig• Testansvarig• Designansvarig• Mjukvaruansvarig Gruppens samlade förkunskaper skall inbegripa: <ul style="list-style-type: none">• Reglerteknik, Modellbygge och simulering, Modellering av motorer och drivlinor• Statistisk dataanalys, Maskininlärning, Systemidentifiering, Sensorfusion• Diagnos och övervakning• Matlab/Python/C++ (önskvärt)
Kontakter	ISY/LiU: Daniel Jung, daniel.jung@liu.se, 013-28 57 43 (beställare) Max Johansson, max.johansson@liu.se, (handledare) Daniel Axehill, daniel.axehill@liu.se, 013-28 40 42 (examinator)
Införandebeslut	Tas av beställare vid BP2.
Inköpsansvar	All nödvändig utrustning och programvara tillhandahålls av ISY.
Kostnader	Projektmedlemmar: <ul style="list-style-type: none">• Varje projektmedlem skall spendera 240 timmar på projektet ISY: <ul style="list-style-type: none">•Handledningstid: 40 timmar• Del i rum med möjlighet att ansluta en dator (rummets användning ska följa Folkhälsomyndighetens rekommendationer för distansering etc.)
Finansiering/ Kostnadsställe	ISY, Linköpings universitet

Dokumenthistorik

Version nr	Datum	Beskrivning	Sign
Version 0.1	2020-08-25	Först utkast	DJ