

Kravspecifikation

Erik Frisk <erik.frisk@liu.se>

10 september 2023

Version 1.0

Status

Granskad	Olov Holmer	
Godkänd		

Styrning och optimering av bilbana

INNEHÅLL

1	Inledning	1
1.1	Parter	1
1.2	Leverantörsorganisation	1
1.3	Mål	1
1.4	Reglertekniska utmaningar	2
1.5	Beskrivning av kravsystem	2
2	Översikt av systemet	2
2.1	Befintligt system och ingående delsystem	3
2.2	Produktkomponenter	3
3	Krav	3
3.1	Generella krav på hela systemet	3
3.2	Prestanda och tillförlitlighet	4
3.3	Verifiering och validering	6
3.4	Uppgraderbarhet	6
3.5	Tid och säkerhet	6
3.6	Leverans och delleveranser	7
3.7	Dokumentation	7
3.8	Kvalitet	8
	Referenser	9

1 INLEDNING

I fordonssystemens undervisningslaboratorium finns en bilbana med två spår som båda kan styras av en dator eller via vanliga handkontroller. Alla som kört bilbana vet att det är enkelt att köra ett varv snabbt, men svårare att köra snabbt utan att åka av. En dator har möjlighet att med stor exakthet och full repeterbarhet styra bilarnas hastighet. I projektet bilbanestyrning jobbar vi med att utveckla programvara för att styra bilbanan med en dator. Det grundläggande målet är att bilarna ska köras runt banan på en given referenstid.

För att kunna köra på en exakt tid kommer det att krävas olika hastighet vid olika områden i banan. Detta beror delvis på att referenstiden ska uppnås med olika bilar, bilar som alla har signifikant olika köregenskaper. Dessutom, bilbanans och bilens egenskaper förändras under körning vilket leder till olika varvtider för samma gaspådrag från datorn, trots att det är samma bil som körs. För att kunna köra mot en referenstid krävs därför en adaptiv styrning av bilbanan. Detta kan implementeras med en mer eller mindre avancerad regulator.

I en dator som är kopplad till bilbanan finns ett instickskort som kan läsa av digitala signaler från sensorer som indikerar passering, samt generera styrsignaler för gaspådrag. Utmed bilbanan finns ett antal optiska givare placerade, vilka indikerar att bilarna har passerat en viss punkt. Givarna är kopplade till datorn som lagrar informationen och beräknar tiden sedan en bil passerade en given givare. På banan finns också separata givare som indikerar när ett nytt varv påbörjas.

1.1 Parter

Beställare är Fordonssystem, ISY och leverantör är en projektgrupp i kursen Ingenjörprojekt.

1.2 Leverantörsorganisation

För att säkerställa kvaliteten ska leverantören ha ansvarsfördelning för följande områden:

PROJEKTLEDARE: Projektledning, gruppmöten, kontakt mot kund.

DOKUMENTANSVARIG: Dokumentsammanställning och versionshantering.

TESTANSVARIG: Planering och dokumentering av tester för verifiering av krav. Ansvarig för planering av leveranser i beslutspunkterna 4 och 5.

ANSVARIG DELSYSTEM 1: Hastighetsstyrning och varvtidsreglering med avseende på referenstid.

ANSVARIG DELSYSTEM 2: Strategi för kalibreringsvarven, positionsdetektering, och ekonomi.

ANSVARIG DELSYSTEM 3: Strategi för gemensam målgång.

ANSVARIG DELSYSTEM 4: Displayhantering.

1.3 Mål

Projektet har tre centrala tekniska mål:

- Utveckling av mjukvara som autonomt kör bilar på en bilbana.

Styrning och optimering av bilbana

- Vid körning ska tidskrav uppfyllas, med olika bilar och för olika uppdrag.
- Relevant information om körningen ska presenteras på en display och körningen ska också kunna styras via displayens touch-funktionalitet. Relevant information kan till exempel vara aktuellt varv, varvtidshistorik och gaspådrag.

1.4 Reglertekniska utmaningar

De reglertekniska utmaningarna i projektet består primärt av fyra delar:

1. Att ge rätt gaspådrag i banans olika segment.
2. Att anpassa regleringen efter de långsamma förändringar i bilarnas och bilbanans egenskaper.
3. Att anpassa regleringen efter vilken bil som står på banan. På grund av att det vid start av programmet är okänt vilken bil som befinner sig på banan och banans skick så krävs att bilens och banans egenskaper identifieras.
4. Utveckla och implementera en strategi för att få två bilar att följa referenstider samt att passera mållinjen samtidigt.

1.5 Beskrivning av kravsystem

De krav som ställs är utformade enligt nedan.

Krav	Beskrivning	Prioritet
1	Beskrivande kravtext. Tänk på att kravet ska vara verifierbart.	1
2	Beskrivande kravtext. Tänk på att kravet ska vara verifierbart.	3

I tabellen finns följande fält vars betydelse är definierad enligt:

KRAV: Ett löpnummer som erhåller en revisionsbokstav vid ändring. Exempel: Krav 3 ersätts med krav 3A.

BESKRIVNING: Kravet förklaras i text och beskrivningen ska resultera i ett mätbart krav.

PRIORITET: Kraven prioriteras i nummerordning, lägst först. 1: mycket hög prioritet, 2: medelhög prioritet, 3: lägst prioritet.

2 ÖVERSIKT AV SYSTEMET

Nedan beskrivs det befintliga systemet.

Styrning och optimering av bilbana

2.1 Befintligt system och ingående delsystem

Det befintliga systemet finns monterat i Fordonssystemens undervisningslaboratorium. Bilbanan består av följande delsystem:

1. Bilbana med två oberoende spår.
2. En elektronikdel som består av spänningsaggregat, display, två enheter som består av drivsteg till bilbanan och hantering av inkommande mätsignaler samt två körhandtag för manuell körning.
3. En dator som lägger ut styrsignaler och tar in signaler från banan.

2.2 Produktkomponenter

Produkten består av tre huvudkomponenter:

1. Programvara i Python för körning av bilbana med referenstiden som inparameter.
2. Utförlig dokumentation för användning av produkten.
3. Testprotokoll.

3 KRAV

Nedan följer samtliga krav som ställs på produkten. Notera att krav som innefattar fel-detektering gäller *efter* det att kalibreringsvarven avslutats. Under kalibreringsvarven kan det antas att banan fungerar felfritt.

3.1 Generella krav på hela systemet

Nedan är de generella kraven som systemet måste uppfylla.

Krav	Beskrivning	Prioritet
1	Det resulterande programmet ska vara skrivet för Python	1
2	Bilarna ska automatiskt kunna köras runt banan. Detta ska kunna ske utan manuella ingrepp.	1
3	Systemet ska hantera missade givarsignaler och fortsätta som normalt efter missad givarsignal.	1
4	Efter varje varv ska displayen visa aktuellt varv för bilen samt varvtid.	1
5	Displayen ska kontinuerligt visa nuvarande gaspådrag.	1
6	Efter genomförd körning, autonom eller manuell, ska statistik om körningen visas grafiskt på displayen.	3
7	Programvaran ska hantera olika bilar automatiskt.	1
8	Programvaran ska hantera olika driftsfall av bilbanan, kall och varm (varm inträffar efter cirka 3 varvs normal körning).	2
<i>forts. på nästa sida</i>		

Styrning och optimering av bilbana

<i>forts. från föregående sida</i>		
Krav	Beskrivning	Prioritet
9	Om en bil kör av banan ska detta detekteras inom 10 sekunder.	2
10	Det ska finnas möjlighet att välja att köra båda banorna samtidigt. Det ska vara möjligt att välja om man vill köra en eller två banor samt höger eller vänster bana.	1
11	Vid autonom körning ska gemensam målgång kunna väljas där bilarna har en gemensam målgångstid i intervallet 12-15 sekunder, dvs. även efter flera varv ska bilarna nå mål vid samma tidpunkt.	2
12	Ena bilen ska kunna köras manuellt av en människa medan den andra körs automatiskt. Kraven för autonom körning av en bil gäller den autonomt styrda bilen. Kraven 3 och 4 ska vara uppfyllda för den manuellt styrda bilen.	2
13	Systemet ska kunna startas med endast minimala förberedelser. Minimala förberedelser är: Start av hårdvara och Python; Positionering av bil; Exekvering av ett (1) Pythonkommando.	1
14	Vid uppstart ska systemet fråga om vilka banor som ska startas i manuell respektive automatisk mod, önskad referenstid, samt om gemensam målgång ska vara aktiverat.	1
15	Lika som föregående krav, men alla krav ska kunna göras via touch-funktionaliteten på displayen.	1

3.2 Prestanda och tillförlitlighet

Nedan är prestanda och tillförlitlighetskraven beskrivna.

Krav	Beskrivning	Prioritet
16	Vid körning tolereras maximalt 1 avåkning per 5 körda varv. Med avåkning menas att bilen inte kan fortsätta körningen utan manuella ingrepp.	1
17	Vid autonom körning ska en referensvarvtid kunna väljas i intervallet 12-15 sekunder i steg om högst 0.5 sekunder.	1
18	Bilen får ej stannas under körning, dvs. varken under kalibreringsvarv eller senare. Bilen ska stannas då körningen avslutats.	1
19	Introducera kontinuerligt valbar referenstid i intervallet 10-20 sekunder.	3
20	Vid körning mot referenstider ska test med 15 varv genomföras med en standardavvikelse som understiger 0.2 s.	2
21	Vid körning mot referenstider ska skillnaden mellan varvtid och referenstid aldrig överstiga ± 0.5 s.	2
<i>forts. på nästa sida</i>		

Styrning och optimering av bilbana

<i>forts. från föregående sida</i>		
Krav	Beskrivning	Prioritet
22	Vid körning mot referenstid ska krav 20 och 21 vara uppfyllda efter maximalt 5 kalibreringsvarv.	2
23	Vid körning av båda banor samtidigt med gemensam målgång ska test med minst 10 varv genomföras där skillnad mellan målgångstid aldrig överstiger 0.5 s samt med standardavvikelse som understiger 0.2 s.	2
24	Vid beställardemonstration ska resultat från 10 varv (efter kalibreringsvarv), både för enkel bana och gemensam målgång, sparas och jämföras med tidigare års prestationer. Resultaten ska även skickas till beställare i en datafil.	1

Styrning och optimering av bilbana

3.3 Verifiering och validering

Krav	Beskrivning	Prioritet
25	Efter avslutad körning ska plottar som sammanfattar körningen visas på styrdatorns skärm. Nödvändiga plottar är: <ul style="list-style-type: none">• En graf som visar varv och varvtider där referenstiden och maximalt tillåtna avvikelser är utmärkta. Figuren ska också inkludera en text som anger standardavvikelsen.• Gaspådrag mot tid/hastighet för varje segment.	1
26	Efter avslutad körning ska all data som krävs för att återskapa plottarna i krav 25 sparas på disk med lämpligt namn.	1
27	I den tekniska dokumentationen ska det redovisas i detalj hur tidsmätningen är implementerad för att verifiera korrekthet i resultaten.	1

3.4 Uppgraderbarhet

Krav	Beskrivning	Prioritet
28	Dokumentation ska finnas som redovisar hur mjukvaran kan anpassas då antalet givare ändras.	3

3.5 Tid och säkerhet

Krav	Beskrivning	Prioritet
29	Maximal utvecklingstid (inkluderar förstudier, programmering, handledartid, etc.): 120 timmar / student.	1
30	Maximal handledartid: 25 timmar.	1
31	Givarna ska läsas av med en frekvens på minst 10 läsningar per sekund. Kravet finns av säkerhetsskäl, för att undvika att bilarna kör av banan. Kravet verifieras med time i Python.	1

Styrning och optimering av bilbana

3.6 Leverans och delleveranser

I nedanstående krav används begreppet *projektvecka* som finns definierat i kursdirektiven ([Forsberg](#)).

Krav	Beskrivning	Prioritet
32	Delmål: Lips beslutspunkt 2 i (Svensson and Krysander, 2005). Efter planeringsfasen ska projektplanen redovisas och godkännas av kund. Ska godkännas senast 2 veckor efter beställarmötet.	1
33	Delmål: Lips beslutspunkt 3 i (Svensson and Krysander, 2005). Efter designfasen ska designspecifikation redovisas och godkännas av kund. Ska godkännas senast projektvecka 4.	1
34	Delmål: Lips beslutspunkt 4a i (Svensson and Krysander, 2005). Preliminär redovisning av enkel basfunktionalitet. Men enkel basfunktionalitet menas krav 2, 4, samt 31 samt skriva ut nuvarande bansegment. Krav 25 ska redovisas.	1
35	Delmål: Lips beslutspunkt 4b i (Svensson and Krysander, 2005). Preliminär redovisning av basfunktionalitet. Med basfunktioner menas här krav 3, 5, och 10 enligt avsnitt 3.1, krav 17 och 18 enligt avsnitt 3.2. Ska redovisas senast projektvecka 7.	1
36	Delmål: Inför Lips beslutspunkt 5 i (Svensson and Krysander, 2005). Tidpunkt för frysning av mjukvara och en demonstration senast under projektvecka 9. Beställaren medverkar vid demonstrationen. Här ska även krav 24 uppfyllas.	1
37	Programvara ska levereras senast projektvecka 10.	1
38	Dokumentation ska levereras senast projektvecka 10.	1
39	Beslutspunkt 5: Slutleverans ska ske senast projektvecka 10. Vid slutleveransen ska samtliga krav vara uppfyllda. Vid slutleveransen ska en demonstration av systemet utföras samt en 20 minuter lång muntlig presentation av projektarbetet hållas.	1
40	Före samtliga beslutspunkter ska relevanta dokument, godkända av handledare, vara beställaren tillhanda kl 9.00 arbetsdagen innan mötet, om inte annan överenskommelse gjorts.	1
41	Mötesprotokoll, tidsrapportering, samt statusrapport ska vara inlämnad till beställare varje måndag senast kl. 12:00 från och med projektvecka 2.	1
42	Alla dokument och all kod ska vara incheckade i versionshanteringsystemet senast kl. 12:00 varje måndag från och med projektvecka 2.	1

3.7 Dokumentation

Dokumentationskraven sammanfattas nedan.

Styrning och optimering av bilbana

Krav	Beskrivning	Prioritet
43	Följande dokument ska finnas: projektplan, designspecifikation, mötesprotokoll, teknisk dokumentation, testprotokoll och efterstudie. För beskrivning se nedan. Dokumenten ska vara konsekvent utformade med mallar tillhandahållna i kursen.	1
44	Alla dokument samt programvara ska vara versionshanterade i git på http://gitlab.liu.se/ .	1
45	Dokument ska levereras i Portable Document Format (PDF).	1
46	Dokumentationen ska följa svenska skrivregler, se t.ex. (Kristof-fersson, 1998).	1
47	Dokumentationen ska inkludera följande figurer: varvtid plottat mot varvnummer; gaspådrag mot banposition; hastighet mot bansegment; statistisk fördelning av varvtiderna.	1
48	Den tekniska dokumentationen ska gås igenom enligt den checklista som finns tillgänglig på LISAM, checklista för skriftliga rapporter.	1

Dokumentbeskrivning

PROJEKTPLAN: Se Lips dokumentation (Svensson and Krylander, 2005).

MÖTESPROTOKOLL: Se Lips dokumentation (Svensson and Krylander, 2005). Utöver detta ska tidsrapportering finnas för *varje vecka* i form av antal arbetade timmar per person och vecka.

TEKNISK DOKUMENTATION: Ska innehålla följande appendix:

- Handhavande. Beskriver handhavande av systemet. Genom att endast läsa detta dokument ska användaren kunna använda systemet.
- Funktion. Beskriver hur systemet är implementerat, samtliga delsystem, använda material etc.
- Testprocedur. Beskriver hur test av systemet utförs.
- Testprotokoll. Protokollet ska visa resultatet av utförda slutttest. Det ska användas för att visa att systemet uppfyller de ställda kraven.
- För varje *enskilt* krav ska finnas en beskrivning som visar hur kravet uppfyllts, samt hur detta har verifierats. Hänvisningar till testprotokoll.

För övrig beskrivning av den teknisk dokumentationen se Lips dokumentation (Svensson and Krylander, 2005).

EFTERSTUDIE: se Lips dokumentation.

3.8 Kvalitet

Styrning och optimering av bilbana

Krav	Beskrivning	Prioritet
49	Programvaran ska vara uppdelade i olika funktioner.	1
50	Minst ett möte ska ske per vecka där samtliga gruppdeltagare samt handledaren närvarar.	1

REFERENSER

Urban Forsberg. Ingenjörprojekt (TFYY51) - kursdirektiv. URL: <http://www.ifm.liu.se/edu/coursescms/tfyy51/dokument/>.

Kristina Kristoffersson, editor. *Språkguiden*. Linus och Linnea, Linköping, Sverige, 1998. ISBN 91-630-6527-4.

Tomas Svensson and Christian Krysander. Lips - nivå 1. Bokakademin, Linköpings universitet, Linköping, Sweden, 2005.