

## SKATTNING AV VÄGLUTNING

### Tekniskt område

Föreliggande uppfinning hänför sig till ett förfarande för skattning av en väglutning  $\alpha$  enligt ingressen till patentkrav 1, till ett datorprogram för implementering av förfarandet enligt ingressen till patentkrav 22, samt till ett system för skattning av en väglutning  $\alpha$  enligt ingressen till patentkrav 24.

### Bakgrund

Vägar, såsom till exempel landsvägar och motorvägar, har en sträckning genom landskap med en viss topografi. Denna topografi gör att vägen ges en lutning  $\alpha$ , vilken är olika för olika vägavsnitt. Att kunna beräkna denna väglutning  $\alpha$  och därmed få tillgång till ett aktuellt värde för denna väglutning  $\alpha$  är viktigt i flertalet tillämpningar i ett motorfordon. Ett exempel på en sådan tillämpning är för automatiskt växelval, det vill säga en tillämpning i en automatväxlad manuell växellåda, för vilken det är viktigt att kunna bestämma aktuellt körmotstånd och därmed vilken växel som skall väljas vid ett aktuellt tillfälle. Ett annat exempel på tillämpning är en farthållare, vilken tar hänsyn till väglutningen  $\alpha$  när den bestämmer vilket moment som skall begäras från en motor i fordonet. Väglutningen  $\alpha$  kan även utnyttjas till exempel i bromssystem och i andra förarhjälpssystem.

Skattningen av väglutningen  $\alpha$  görs idag ofta baserat på en accelerometer, vilken mäter accelerationen i en färdriktning för fordonet. Detta visas schematiskt i figur 1, i vilken ett motorfordon 100 färdas på ett vägavsnitt vilket har en lutning  $\alpha$ . Motorfordonet har en acceleration  $a_v$ , och en accelerometer 101 i motorfordonet mäter accelerationen  $a_s$ , vilket utgör

accelerationen i horisontell led. Accelerometern 101 mäter och tillhandahåller alltså en signal motsvarande:

$$a_s = a_v + g \sin(\alpha) , \quad (\text{ekv. 1})$$

där  $g$  är tyngdaccelerationen.

- 5 Denna signal kan sedan utnyttjas för att bestämma väglutningen  $\alpha$ . För små värden på  $\alpha$  kan  $\sin(\alpha)$  approximeras till  $\alpha$ , vilket gör att väglutningen  $\alpha$  kan bestämmas som:

$$\alpha = \frac{a_s - a_v}{g} . \quad (\text{ekv. 2})$$

- 10 Alltså subtraheras här fordonets acceleration  $a_v$  från det av accelerometern uppmätta värdet  $a_s$  för att endast erhålla gravitationskomponenten hos den uppmätta accelerationen.

- Detta tillvägagångssätt för att bestämma väglutningen  $\alpha$  fungerar bra på vägar där väglutningen  $\alpha$  och krökningen för vägen är små. För väsentligen plana och raka vägar, till  
15 exempel motorvägar, ger detta tillvägagångssätt en relativt god skattning av väglutningen  $\alpha$ . Dock är detta förfarande för bestämmandet av väglutningen  $\alpha$  långt ifrån optimalt för vägar och vägavsnitt vilka inte är väsentligen plana och raka.

- När ett fordon färdas på en väg som inte endast har små  
20 lutningar  $\alpha$  och krökningar, till exempel på vissa landsvägar eller på mindre vägar, kommer accelerometern 101 att, förutom att mäta den acceleration som är viktig för bestämmandet av väglutningen  $\alpha$ , även att mäta andra accelerationer, vilka bland annat beror av vägens krökning. Dessa andra  
25 accelerationer, som då också kommer att innefattas i signalen  $a_s$  tillhandahållen av accelerometern 101, kommer då att negativt påverka tillförlitligheten för skattningen av väglutningen  $\alpha$ .

**Kortfattad beskrivning av uppfinningen**

Det är ett syfte med föreliggande uppfinning att tillhandahålla ett effektivt och tillförlitligt förfarande för skattning av en väglutning  $\alpha$ . Detta syfte uppnås genom ovan

5 nämnda förfarande för skattning av en väglutning  $\alpha$  enligt kännetecknande delen av patentkrav 1. Syftet uppnås även genom ovan nämnda datorprogram enligt kännetecknande delen av patentkrav 22. Detta syfte uppnås även av ovan nämnda system för skattning av en väglutning  $\alpha$  enligt kännetecknande delen

10 av patentkrav 24.

Enligt föreliggande uppfinning identifieras olika dynamiska förlopp vilka påverkar fordonet och dess möjligheter till korrekt skattning av väglutningen  $\alpha$ . En sensorfusion utnyttjas enligt uppfinningen för att vikta ihop och/eller välja olika

15 metoder för bestämmande av väglutningen  $\alpha$ , där dessa metoder innefattar utnyttjande av en accelerometer respektive en kraftekvation. Baserat på detektion av förekomst av dynamiska förlopp anpassas enligt uppfinningen denna sensorfusion så att fördelarna med accelerometermetoden respektive

20 kraftekvationsmetoden utnyttjas samtidigt som nackdelarna med respektive metod undviks.

Om till exempel ett dynamiskt förlopp detekteras anpassas sensorfusionen så att dess känslighet och insignaler optimeras för det specifika detekterade förloppet. Genom anpassningen av

25 sensorfusionen, vilken kan utgöras av ett Kalman-filter, kan man vid skattning av väglutningen  $\alpha$  då sådana dynamiska förlopp pågår undvika att ta hänsyn till accelerationskomponenter vilka beror av det dynamiska förloppet och inte av själva väglutningen  $\alpha$ . Härigenom kan en

30 effektiv och tillförlitlig skattning av väglutningen  $\alpha$  alltid erhållas genom utnyttjande av uppfinningen.

Genom situationsanpassningen av sensorfusionen kan känsligheten för sensorfusionen ökas i normalfallet, det vill säga då inget dynamiskt förlopp föreligger, medan känsligheten för sensorfusionen kan minskas då ett dynamiskt förlopp pågår. Detta resulterar i en snabbare skattning av väglutningen  $\alpha$  och vägens krökningsförändringar, vilket är mycket fördelaktigt till exempel vid terrängkörning.

Enligt en aspekt av föreliggande uppfinning utnyttjas skattningen av väglutningen  $\alpha$  vid växelval i ett system för automatiskt växelval. Det är avgörande för ett automatiskt växelvalssystem att ha tillgång till ett aktuellt värde för väglutningen  $\alpha$  för att kunna välja rätt växel vid en specifik tidpunkt. Den snabba skattningen av väglutningen  $\alpha$ , vilken erhålls genom föreliggande uppfinning, gör att en snabbare skattning av körmotstånd kan göras, vilket är av stor vikt vid optimalt val av växel.

Föreliggande uppfinning kan alltså hantera dynamiska förlopp genom att anpassa sensorfusionen baserat på dem så att väglutningen  $\alpha$  kan skattas även baserat på de dynamiska förloppen. Detta har stora fördelar jämfört med om de dynamiska förloppen inte skulle ha tagits hänsyn till. I så fall hade dessa dynamiska förlopp filtrerats bort, vilket hade lett till långsammare uppdatering eller eventuellt frysning av skattningen. Detta hade i sin tur lett till en fördröjd skattning av väglutningen  $\alpha$  och vägens krökningsförändring, och vidare till att fel växel väljs av det automatiska växelvalssystemet.

### **Kortfattad figurförteckning**

Uppfinningen kommer att belysas närmare nedan med ledning av de bifogade ritningarna, där lika hänvisningsbeteckningar används för lika delar, och vari:

Figur 1 visar schematiskt ett fordon i förhållande till en väglutning  $\alpha$ ,

Figur 2 visar schematiskt ett fordon sett uppifrån,

Figur 3 visar ett flödesschema för ett förfarande enligt  
5 uppfinningen, och

Figur 4 visar en styrenhet.

### **Beskrivning av föredragna utföringsformer**

Såsom nämnts ovan kan en accelerometer utnyttjas för att tillhandahålla en signal, vilken kan användas vid skattning av  
10 väglutningen  $\alpha$ . En skattning av väglutningen  $\alpha$  baserat på mätningar gjorda av accelerometern går relativt snabbt att utföra. Dessutom ger en accelerometerbaserad skattning tillförlitliga värden för vägar med liten lutning  $\alpha$  och krökning.

15 Dock medför accelerometers placering i fordonet problem, eftersom accelerometern normalt sett inte är placerad i fordonets svängningscentrum. Detta åskådliggörs schematisk i figur 2, där ett fordon 200 med en motor 201, en drivlina 202 och hjul 203, 204, 205, 206 illustreras. Fordonet har ett  
20 svängningscentrum 208, kring vilken fordonet rör sig när det svänger, vars placering beror bland annat av fordonets längd, samt placering av och avstånd mellan hjulen 203, 204, 205, 206. Dock är accelerometern 207 vanligtvis placerad i anslutning till eller i närheten av motorn 201. Accelerometern  
25 207 är alltså vanligtvis inte placerad så att den sammanfaller med svängningscentrum 208 för fordonet 200. Detta gör att accelerationer härrörande från svängningar även kommer att innefattas i signalen  $a_s$  tillhandahållen av accelerometern 207 om vägen svänger relativt kraftigt.

Väglutningen  $\alpha$  kan också bestämmas baserat på en kraftekvation. En sådan kraftekvation kan se ut enligt följande:

$$\sum f = ma, \quad (\text{ekv. 3})$$

- 5 där  $f$  utgör kraften,  $m$  är massan för fordonet och  $a$  är en acceleration.

Vidare kan vänsterledet i kraftekvationen även uttryckas som:

$$\sum f = f_d - f_r - f_a - mg \sin(\alpha), \quad (\text{ekv. 4})$$

- 10 där  $f_d$  är drivkraften,  $f_r$  är rullkraften på grund av rullmotståndet, och  $f_a$  är luftkraften på grund av luftmotståndet.

- Utifrån kraftekvationerna 3 och 4 kan väglutningen  $\alpha$  bestämmas. Att bestämma väglutningen  $\alpha$  baserad på dessa kraftekvationer ger tillförlitliga skattningar för väglutningen  $\alpha$  för väsentligen alla typer av vägar, både för väsentligen plana och raka vägar och för vägar med större väglutningar och krökningar. Modeller för dessa kraftekvationer, ur vilka väglutningen  $\alpha$  kan lösas ut, används ofta när dessa kraftekvationer utnyttjas för bestämning av väglutningen  $\alpha$ . Dock ger dessa modeller en viss osäkerhet för det skattade värdet för väglutningen  $\alpha$ , vilket är en nackdel med skattning av väglutning  $\alpha$  baserat på kraftekvationer.

- Alltså finns åtminstone två förfaranden för bestämmande av väglutningen  $\alpha$ , varav ett baserar sig på accelerationsmätningar gjorda av en accelerometer 207 och ett baserar sig på åtminstone en kraftekvation. Accelerometerskattningen är snabb och är tillförlitlig för

relativt raka vägar. Kraftekvationsskattningen är långsammare än accelerometerskattningen och kan inte utnyttjas då drivlinan är bruten, det vill säga då motorns moment inte förmedlas till hjulen 203, 204, 205, 206, till exempel vid  
5 aktivering av en kopplingsfunktion, eller om en eller flera bromsar ligger an, men är tillförlitlig för alla typer av vägar.

Uppfinnarna av föreliggande uppfinning har identifierat dessa för- och nackdelar med respektive skattningsförfarande och  
10 ämnar kombinera skattningsförfarandena så att respektive förfarande utnyttjas på ett i någon mening optimalt sätt. Föreliggande uppfinning kombinerar alltså fördelarna för accelerometerskattningen med fördelarna för kraftekvationsskattningen samtidigt som den undviker  
15 nackdelarna med accelerometerskattningen och kraftekvationsskattningen.

För att göra detta utnyttjar föreliggande uppfinning en sensorfusion, vilken kan väga samman åtminstone två sensorvärden/insignaler tillhandahållna av en eller flera  
20 sensorer/metoder. Sensorfusionen har åtminstone en insignal och åtminstone en viktningsparameter. Om denna åtminstone en insignal och/eller åtminstone en viktningsparameter väljs enligt uppfinningen, vilket kommer att beskrivas mer i detalj nedan, kan sensorfusionen utnyttjas till att kombinera  
25 fördelarna med accelerometerskattningen och kraftekvationsskattningen.

Enligt föreliggande uppfinning detekteras om åtminstone ett dynamiskt förlopp föreligger. Ett dynamiskt förlopp kan här innefatta till exempel åtminstone en skarp sväng, en kraftig  
30 accelerationsförändring, eller en kraftig retardationsförändring, och kan detekteras baserat på till

exempel en inbromsning, en hastighet, en kurvradie, eller en vald växel, vilket beskrivs mer i detalj nedan. Beroende av resultatet för denna detektion utförs sedan sensorfusionen, genom att åtminstone en av en insignal för sensorfunktionen och/eller åtminstone en viktningsparameter hos sensorfunktionen bestäms baserat på om ett dynamiskt förlopp föreligger eller inte.

Den åtminstone en insignalen kan här väljas att baseras till exempel på accelerometern om inget eller ett visst dynamiskt förlopp pågår, eller väljas att baseras på kraftekvationen om ett visst dynamiskt förlopp pågår. På samma sätt kan de en eller flera viktningsparametrarna väljas till olika värden beroende på om något visst dynamiskt förlopp pågår eller inte. Alltså justeras enligt uppfinningen sensorfusionen baserat på om ett dynamiskt förlopp föreligger eller inte, så att det för tillfället bästa förfarandet, eller den för tillfället bästa kombinationen av förfarandena, används vid skattningen av väglutningen  $\alpha$ . Detta gör att ett tillförlitligt värde på väglutningen  $\alpha$  alltid kan erhållas. Dessutom erhålls detta tillförlitliga värde för väglutningen  $\alpha$  alltid med minsta möjliga fördröjning, vilket är viktigt i flera tillämpningar, till exempel då växelval baseras på väglutningen  $\alpha$ .

Enligt en utföringsform av uppfinningen utförs sensorfusionen med hjälp av ett Kalman-filter, för vilket skattningen av väglutningen  $\alpha$  utgör det enda tillståndet. Här utgör den ovan nämnda åtminstone en insignalen, vilken bestäms baserat på om det dynamiska förloppet föreligger eller inte, åtminstone en insignal till Kalman-filtret. Den ovan nämnda åtminstone en viktningsparametern utgör här en åtminstone en kovariansmatris för ett modellbrus hos detta Kalman-filter.

Ett Kalman-filter kan matematiskt beskrivas som:

$$\begin{aligned}
 \hat{x}(t+1|t) &= A_t x(t|t) \\
 \hat{x}(t|t) &= x(t|t-1) + L(t)(y(t) - C_t \hat{x}(t|t-1)) \\
 L(t) &= P(t|t-1) C_t^T [C_t P(t|t-1) C_t^T + R_t]^{-1} \quad (\text{ekv. 5}) \\
 P(t+1|t) &= A_t P(t|t) A_t^T + Q_t \\
 P(t|t) &= P(t|t-1) - P(t|t-1) C_t^T [C_t P(t|t-1) C_t^T + R_t]^{-1} C_t P(t|t-1)
 \end{aligned}$$

, där:

- 5        -  $x$  motsvarar tillståndsvektorn, vilken i detta fall är väglutningen  $\alpha$ ;
- $y$  motsvarar insignalvektorn för filtret;
- $A$  motsvarar modellen av systemet, vilken i detta fall är definierad som  $A=1$  (beskrivs mer i detalj nedan);
- $L$  motsvarar förstärkningen för filtret;
- 10       -  $C$  motsvarar insignalmodellen för filtret;
- $Q$  motsvarar kovariansmatrisen för modellbruset;
- $P$  motsvarar kovariansmatrisen för skattningsfelet; och
- $R$  motsvarar kovariansmatrisen för mätbruset.

15       Enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning utnyttjar Kalman-filtret prediktionen att väglutningen  $\alpha$  i nästa tillstånd kommer att vara lika stor som väglutningen  $\alpha$  i det nuvarande tillståndet, det vill säga  $A=1$ .

20       Såsom framgår av ekvation 5 beror förstärkningen  $L$  för filtret av  $P$ ,  $C$ , och  $R$ , där  $P$  i sin tur beror av kovariansmatrisen för modellbruset  $Q$ . Såsom nämnts ovan utgör enligt en utföringsform kovariansmatrisen för modellbruset  $Q$  en viktningsparameter för sensorfusionen. Det är då alltså denna

kovariansmatris för modellbruset  $Q$  som justeras i Kalman-filtret beroende på om ett dynamiskt förlopp pågår eller inte.

Kovariansmatrisen för modellbruset  $Q$  viktar det av filtret predikterade värdet för nästa tillstånd, vilket predikteras

5 till att vara samma värde som i nuvarande tillstånd, med insignalen, så att insignalens större eller mindre vikt/inflytande beror på värdet för kovariansmatrisen för modellbruset  $Q$ . Ett litet värde på kovariansmatrisen för modellbruset  $Q$  gör att endast en liten förändring accepteras  
10 av filtret, varför filtret kan göras trögare vid behov.

Insigmodellen  $C$  till filtret väljs till att vara baserad på accelerometern eller på kraftekvationen baserat på om ett dynamiskt förlopp föreligger eller inte.

En viktig del av föreliggande uppfinning ligger i att  
15 identifiera olika dynamiska förlopp, för vilka sensorfusionen bör justeras för att snabbt kunna ge ett tillförlitligt värde för väglutningen  $\alpha$ .

Enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning utgör en eller flera skarpa svängar, vilka utförs av fordonet, ett  
20 sådant dynamiskt förlopp. Denna åtminstone en sväng anses vara skarp om den har en radie vilken är mindre än ett förutbestämt värde. Till exempel kan en sådan skarp sväng ha en radie vilken är mindre än 25 meter. En sväng kan även definieras såsom skarp om den pågår längre än en förutbestämd tid och har  
25 en förutbestämd radie. Till exempel kan en sväng detekteras såsom skarp om den pågår längre än 2 sekunder och har en sådan förutbestämd radie.

Enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning väljs den åtminstone en insignalen till sensorfusionen, vilken enligt  
30 ovan kan utgöras av insignalvektorn  $y$  i Kalman-filtret, till att vara baserad på kraftekvationen (ekvationerna 3 och 4) om

åtnminstone en skarp sväng detekterats. Alltså väljer  
förfarandet enligt denna utföringsform att basera skattningen  
av väglutningen  $\alpha$  på kraftekvationen och inte på  
accelerometern då en skarp sväng pågår. Detta gör att problem  
5 relaterade till att accelerometern inte är placerad i  
fordonets svängcentrum undviks. Härigenom tas inte hänsyn till  
ovidkommande accelerationer uppmätta av accelerometern när  
väglutningen  $\alpha$  skattas, vilket ger en mer exakt skattning av  
väglutningen  $\alpha$ .

10 Enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning utgör en  
kraftig förändring av en acceleration ett dynamiskt förlopp  
för vilket sensorfusionen skall anpassas. En sådan kraftig  
förändring av accelerationen kan uppstå till exempel vid en  
acceleration från stillastående eller vid en acceleration  
15 under växling. En sådan kraftig accelerationsförändring kan  
påverka ett inbördes förhållande mellan ett chassi hos  
fordonet och ett horisontalplan. En sådan kraftig  
accelerationsförändring kan även påverka ett inbördes  
förhållande mellan en upphängning, såsom en hjulupphängning,  
20 hos fordonet och ett horisontalplan. Det vill säga att den  
kraftiga accelerationsförändringen kan göra att åtnminstone en  
av chassit och upphängningen stegrar sig relativt  
horisontalplanet. En accelerationsförändring anses enligt en  
utföringsform som kraftig om den åtnminstone är i  
25 storleksordningen av  $1 \text{ m/s}^3$ .

Sensorfusionen justeras härvid på så sätt att den åtnminstone  
en insignalen till sensorfusionen, vilken alltså kan utgöras  
av insignalvektorn  $y$  till Kalman-filtret, baseras på  
accelerometern 207, samt att den åtnminstone en  
30 viktningsparametern sätts till ett värde, vilket resulterar i  
att känsligheten för sensorfusionen sänks relativt det värde  
viktningsparametern har då inget dynamiskt förlopp pågår. Med

andra ord bestäms värdet för viktningsparametern här så att sensorfusionen blir trögare än om ingen kraftig accelerationsförändring hade förelegat. För fallet att sensorfusionen utgörs av ett Kalman-filter, varvid

5 viktningsparametern utgörs av kovariansmatrisen för modellbruset  $Q$  hos Kalman-filtret, sätts elementen i denna kovariansmatris för modellbruset  $Q$  till ett lågt värde, vilket resulterar i ett trögare filter med en reducerad känslighet. På så sätt erhålles snabbt ett exakt värde på väglutningen  $\alpha$ ,

10 eftersom accelerometern kan utnyttjas vid skattningen.

Enligt en annan utföringsform av föreliggande uppfinning utgör en kraftig retardationsförändring ett dynamiskt förlopp för vilket sensorfusionen skall justeras. En sådan kraftig ändring av retardationen kan uppstå till exempel vid en retardation

15 som inträffar vid växling, vid en retardation vilken resulterar av en partiell inbromsning till exempel under färd, eller vid en fullständig inbromsning till stillastående. Enligt en utföringsform anses en retardationsförändring som kraftig om den åtminstone är i storleksordningen av  $1 \text{ m/s}^3$ .

20 Då en kraftig retardationsförändring detekteras som ett dynamiskt förlopp anpassas enligt denna utföringsform sensorfusionen så att den åtminstone en signalen till sensorfusionen, vilken kan motsvaras av insignalvektorn  $y$  hos Kalman-filtret, baseras på accelerometern 207. Den åtminstone

25 en viktningsparametern, vilken kan utgöras av kovariansmatrisen för modellbruset  $Q$  hos Kalman-filtret, sätts även till ett värde, vilket resulterar i att känsligheten för sensorfusionen sänks relativt det värde viktningsparametern har då inget dynamiskt förlopp pågår, varigenom sensorfusionen

30 blir trögare än om ingen kraftig accelerations-/retardationsförändring hade förelegat. Alltså anpassas sensorfusionen här på väsentligen motsvarande sätt som för det dynamiska

förloppet kraftig accelerationsförändring. Eftersom accelerometern kan utnyttjas vid skattningen erhålles snabbt ett exakt värde på väglutningen  $\alpha$ .

På motsvarande sätt som för den kraftiga accelerationsförändringen kan även den kraftiga retardationsförändringen påverka ett inbördes förhållande mellan chassit eller upphängningen hos fordonet och ett horisontalplan. Den kraftiga retardationsförändringen kan här göra att åtminstone en av chassit och upphängningen niger relativt horisontalplanet.

Enligt en annan utföringsform av föreliggande uppfinning utgör en bromsning under sväng ett dynamiskt förlopp. Enligt en annan utföringsform utgör även både en uppstart respektive en nedstängning av en motor ett dynamiskt förlopp.

När en sådan uppstart, nedstängning eller bromsning under sväng detekteras anpassas sensorfusionen så att den åtminstone en insignalen till sensorfusionen, vilken kan utgöras av insignalvektorn  $y$  till Kalman-filtret, bestäms motsvara en tidigare skattning av väglutningen  $\alpha$ . Med andra ord fryses Kalman-filtret här, vilket även kan ses som att Kalman-filtret inte uppdateras. I ekvation 5, vilken beskriver Kalman-filtret, sätts alltså elementen i matrisen för insignalmodellen  $C$  till värdet 0 (noll). Här bestäms alltså insignalen, genom att insignalmodellmatrisens element ges värdet 0 (noll), så att insignalen motsvarar den tidigare skattningen. Denna tidigare skattning kan enkelt tas fram ur minnet i vilket den lagrats.

Ovan har beskrivits hur sensorfusionen ska anpassas till olika dynamiska förlopp när sådana har detekterats. Om detektionen däremot resulterar i att inget dynamiskt förlopp föreligger anpassas enligt en utföringsform sensorfusionen så att

insignalen utgörs av en signal baserad på accelerometern 207. Såsom nämnts ovan är skattningar av väglutningen  $\alpha$  baserade på en insignal från accelerometern relativt snabba och är tillförlitliga värden för vägar med stor kurvradie. Vidare sätts den åtminstone en viktningsparametern till ett värde vilket resulterar i att sensorfusionens känslighet anpassas till accelerometers brusnivå. Storleken på denna viktningsparameter bestäms alltså baserat på vilken accelerometer som används, då olika typer/fabrikat av accelerometrar har olika brusnivåer.

Alltså utnyttjas enligt denna utföringsform huvudsakligen accelerometern 207 för att bestämma väglutningen  $\alpha$  då inget dynamiskt förlopp pågår, eftersom accelerometern är bäst lämpad för normala körsituationer.

De ovan beskrivna utföringsformerna, vilka anger hur sensorfusionen skall utföras, beror av en detektion av om ett dynamiskt förlopp föreligger eller inte. Baserat på om ett dynamiskt förlopp pågår eller inte väljs vilken en eller flera insignaler och/eller vilka en eller flera viktningsparametrar som ska användas i sensorfusionen. Detta kan ses som att olika moder för sensorfusionen väljs baserat på denna detektion, där var och en av moderna har en eller flera förutbestämda insignaler och/eller en eller flera förutbestämda viktningsparametrar. Då sensorfusionen utgörs av ett Kalman-filter har därför var och en av moderna en särskild insignalvektor  $y$  och/eller en eller flera särskilda kovariansmatriser  $Q$  för modellbruset.

Detektionen av om ett dynamiskt förlopp föreligger kan baseras på olika parametrar. Enligt en utföringsform av uppfinningen kan detektionen baseras åtminstone på en signal relaterad till bromsning. Såsom beskrivits ovan innefattar de angivna

dynamiska förloppen bromsningar. Därför kan en godtycklig lämplig signal i systemet, vilken indikerar att en bromsning utförs användas vid identifieringen av ett dynamiskt förlopp. Bromssignaler finns vanligtvis tillgängliga i fordons styrsystem, varför användandet av en bromssignal vid detekteringen av ett dynamiskt förlopp enkelt kan implementeras.

Enligt en utföringsform av uppfinningen baseras detektionen av ett dynamiskt förlopp åtminstone på en signal relaterad till en hastighet för fordonet. Denna signal kan bland annat utnyttjas för att bestämma accelerationsförändring och/eller retardationsförändring för fordonet. Hastighetssignaler finns vanligtvis tillgängliga i fordons styrsystem, vilket är fördelaktigt när uppfinningen implementeras.

Enligt en utföringsform av uppfinningen baseras detektionen av ett dynamiskt förlopp åtminstone på en signal relaterad till en kurvradie för en sväng fordonet utför. Såsom nämnts ovan innefattar de dynamiska förloppen svängar, varför en lämplig godtycklig signal för kurvradien är användbar vid detektionen. En kurvradie kan bland annat beräknas genom att analysera inbördes skillnader i hjulhastigheter för yttre och inre hjul när fordonet svänger.

Enligt en utföringsform av uppfinningen baseras detektionen av ett dynamiskt förlopp åtminstone på en signal relaterad till växlarval. Eftersom flera av de ovan nämnda dynamiska förloppen innefattar växling kan identifieringen av dessa dynamiska förlopp basera sig på information om vald växel och när växling sker. Då föreliggande uppfinning bland annat kan, såsom kommer att beskrivas nedan, utnyttjas i samband med växling i ett system för automatiskt växlarval kommer signaler relaterade till växlarval typiskt finnas tillgängliga att

basera identifieringen av de dynamiska förloppen på. Generellt har systemet för automatiskt växelval mycket bra kontroll över hur och när växling kommer att ske, vilket kan utnyttjas av denna utföringsform.

5 Enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning kan detektionen av ett dynamiskt förlopp baseras på en godtycklig lämplig kombination av de ovan nämnda parametrarna, det vill säga på en godtycklig lämplig kombination av en bromssignal, en hastighetssignal, en kurvradiesignal och en  
10 växelvalssignal.

En aspekt av föreliggande uppfinning hänför sig till ett förfarande för växelval i ett motorfordon. Enligt detta förfarande skattas väglutningen  $\alpha$  på så sätt som beskrivits ovan, det vill säga enligt någon av de ovan beskrivna  
15 utföringsformerna av uppfinningen. Sedan väljs en växel baserat på den skattade väglutningen  $\alpha$ . Detta förfarande är mycket användbart till exempel i system för automatiskt växelval, eftersom det är centralt i ett sådant system att ta hänsyn till väglutningen  $\alpha$  när man bestämmer körmotstånd och  
20 därmed vilken växel som skall väljas vid ett specifikt tillfälle.

En fackman på området inser även att skattningen av väglutningen  $\alpha$  även kan utnyttjas för andra tillämpningar än för styrning av automatiskt växelval. Till exempel kan  
25 väglutningen  $\alpha$  utnyttjas i farthållare, i bromssystem, och i andra förarhjälpssystem, såsom system vilka hjälper föraren att köra mer bränslesnålt.

Figur 3 visar ett flödesschema för ett förfarande för växelval enligt uppfinningen.

I ett första steg 301 av förfarandet utförs en detektion av om åtminstone ett dynamiskt förlopp föreligger, det vill säga en detektion av om till exempel en skarp sväng, en kraftig accelerationsförändring/retardationsförändring, bromsning under sväng, eller uppstart/nedstängning av motor pågår.

I ett andra steg 302 av förfarandet skattas väglutningen  $\alpha$ , där skattningen utförs medelst en sensorfusion där den åtminstone en insignalen och/eller åtminstone en viktningsparameter för sensorfusionen bestäms baserat på om ett dynamiskt förlopp pågår eller inte.

Första steget 301 och andra steget 302 av förfarandet för växelval utgör alltså tillsammans förfarandet för skattning av väglutningen  $\alpha$  enligt föreliggande uppfinning.

I ett tredje steg 303 av förfarandet väljs en växel baserat på skattningen av väglutningen  $\alpha$ .

Fackmannen inser att förfarandet för skattning av väglutningen  $\alpha$  och förfarandet för växelval enligt föreliggande uppfinning dessutom kan implementeras i ett datorprogram, vilket när det exekveras i en dator åstadkommer att datorn utför metoden.

Datorprogrammet utgör vanligtvis av en datorprogramprodukt 403 (i figur 4) lagrad på ett digitalt lagringsmedium, där datorprogrammet är innefattat i datorprogramproduktens datorläsbara medium. Nämda datorläsbara medium består av ett lämpligt minne, såsom exempelvis: ROM (Read-Only Memory), PROM (Programmable Read-Only Memory), EPROM (Erasable PROM), Flash-minne, EEPROM (Electrically Erasable PROM), en hårddiskenhet, etc.

Figur 4 visar schematiskt en styrenhet 400. Styrenheten 400 innefattar en beräkningsenhet 401, vilken kan utgöras av väsentligen någon lämplig typ av processor eller mikrodator,

t.ex. en krets för digital signalbehandling (Digital Signal Processor, DSP), eller en krets med en förutbestämd specifik funktion (Application Specific Integrated Circuit, ASIC).

Beräkningsenheten 401 är förbunden med en, i styrenheten 400  
5 anordnad, minnesenhet 402, vilken tillhandahåller

beräkningsenheten 401 t.ex. den lagrade programkoden och/eller  
den lagrade data beräkningsenheten 401 behöver för att kunna  
utföra beräkningar. Beräkningsenheten 401 är även anordnad att  
lagra del- eller slutresultat av beräkningar i minnesenheten  
10 402.

Vidare är styrenheten 400 försedd med anordningar 411, 412,  
413, 414 för mottagande respektive sändande av in- respektive  
utsignaler. Dessa in- respektive utsignaler kan innehålla  
vågformer, pulser, eller andra attribut, vilka av

15 anordningarna 411, 413 för mottagande av insignaler kan  
detekteras som information och kan omvandlas till signaler som  
kan behandlas av beräkningsenheten 411. Dessa signaler  
tillhandahålls sedan beräkningsenheten 401. Anordningarna 412,  
414 för sändande av utsignaler är anordnade att omvandla  
20 signaler erhållna från beräkningsenheten 401 för skapande av  
utsignaler genom att t.ex. modulera signalerna, vilka kan  
överföras till andra delar av systemet för skattning av  
väglutningen  $\alpha$  eller systemet för växelval.

Var och en av anslutningarna till anordningarna för mottagande  
25 respektive sändande av in- respektive utsignaler kan utgöras  
av en eller flera av en kabel; en databuss, såsom en CAN-buss  
(Controller Area Network bus), en MOST-buss (Media Orientated  
Systems Transport bus), eller någon annan busskonfiguration;  
eller av en trådlös anslutning.

En fackman inser att den ovan nämnda datorn kan utgöras av beräkningsenheten 401 och att det ovan nämnda minnet kan utgöras av minnesenheten 402.

5 En aspekt av föreliggande uppfinning hänför sig till ett system för skattning av en väglutning  $\alpha$  medelst utnyttjande av en sensorfusion. Systemet innefattar här ett detektionsorgan, vilket är anordnat att detektera om åtminstone ett dynamiskt förlopp föreligger. Systemet innefattar även ett skattningsorgan, vilket är anordnat att skatta nämnda  
10 väglutning  $\alpha$ . Vid skattningen bestämmer skattningsorganet anpassningen av sensorfusionen enligt förfarandet beskrivet ovan, det vill säga skattningsorganet bestämmer åtminstone en av en insignal och/eller åtminstone en viktningsparameter för sensorfusionen baserat på detektionen av om något dynamiskt  
15 förlopp pågår.

En aspekt av föreliggande uppfinning hänför sig till ett system för växelval i ett motorfordon. Systemet innefattar här ett system för skattning av en väglutning  $\alpha$  enligt ovan samt ett växelvalsorgan, till exempel en automatisk växellåda,  
20 vilket är anordnat att välja växel baserat på skattningen av väglutningen  $\alpha$ .

Fackmannen inser också att systemet ovan kan modifieras enligt de olika utföringsformerna av metoden enligt uppfinningen.

25 Dessutom avser uppfinningen ett motorfordon 100, till exempel en personbil, en lastbil eller en buss, innefattande åtminstone ett system för skattning av väglutningen  $\alpha$  eller ett system för växelval.

Föreliggande uppfinning är inte begränsad till de ovan beskrivna utföringsformerna av uppfinningen utan avser och  
30 innefattar alla utföringsformer inom de bifogade självständiga

kravens skyddsomfång.