

Brug af Eye Track data til vurdering af visuel adfærd

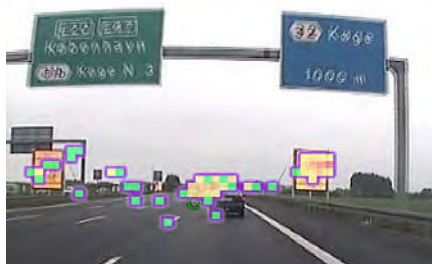
Trafikanterens primære opgave, når de færdes på vejnettet, er "kørselsopgaven" (the driving task) – dvs. det at styre og navigere samt løbende at træffe beslutninger om korrektioner fx bremse, dreje etc. For at løse denne opgave benytter vi vores sanser, hvoraf langt den vigtigste er synssansen. Men hvad kigger trafikanterne egentlig på? Hvilke elementer i vejmiljøet er vigtige i forhold til den visuelle adfærd og den aktuelle køreopgave? Og hvad sker der, når vi bliver visuelt distraheret og bruger tid på at kigge på noget andet end det, som er vigtigt for selve køreopgaven? Nærværende artikel giver en række illustrative eksempler på, hvordan eye tracking kan bruges til at vurdere den visuelle adfærd.



Poul Greibe, Trafitec
pgr@trafitec.dk



Puk Kristine Andersson, Trafitec
puk@trafitec.dk



Figur 1. Eksempel på heatmap der viser, hvad bilisten kigger på over en periode på 5 sek. Eksemplet er fra Køge Bugt Motorvejen, hvor bilisten bl.a. har stor fokus på en VMS tavle i højre vejside (Trafitec 2017).

Hvad er eye tracking?

"Eye tracking" er en teknologi, der gør det muligt at registrere og måle øjenbevægelser. Ved brug af eye tracking kan man således kortlægge, hvad man kigger på, hvor lang tid man kigger, hvornår man blinker, og hvordan det visuelle søgemønster er i en given situation.

Udstyr til eye tracking har de seneste 10 år gennemgået en teknologisk udvikling, som i dag gør eye tracking til en "hyldevare". Analyse og fortolkning af eye track data er derimod mere komplekst og kræver erfaring.

Hvor bruges eye tracking?

Eye tracking bruges inden for en række forskellige områder til at belyse menneskers

adfærd. Således anvendes eye tracking bl.a. i psykologi og neurovidenskab til at forstå, hvorfor og hvordan øjenbevægelser sker, og hvordan vi indfanger information vha. synssansen. I marketing og reklamebranchen bruges eye tracking til at undersøge forbrugernes opmærksomhed og respons på forskellige marketingsbudskaber eller kommercielle tiltag fx indretning af butikker, emballage, reklamer, bannere og lignende.

I sportsverdenen bruges eye tracking til at forstå, hvordan idrætsudøvere benytter synssansen i forskellige situationer. Det kan fx være undersøgelser af visuelle søgemønstre, sportsudøverens fokusområder, koordinering og timing af visuel fokus sammenholdt med fysisk bevægelse eller un-

dersøgelser af, hvad der adskiller en trænet sportsudøver fra en nybegynder.

I human-machine interaction bruges eye tracking til at undersøge brugervenligheden og/eller funktionaliteten af brugergrænseflader. Det kan fx være søgemønstre på en hjemmeside eller en app, interaktion mellem bruger og teknisk udstyr eller kortlægning af, hvordan fx en pilot eller kirurg bruger synssansen og informationer fra teknisk udstyr i udførelsen af deres job.

I trafikforskning har eye tracking i mange år været brugt til at undersøge trafikanternes visuelle fokus i forskellige trafikale situationer. Ved at registrere eksempelvis trafikanters øjenbevægelser, mens de kører, går eller cykler i trafikken, kan



Figur 2. Smart Eye Pro kamerasystem monteret i Trafitecs målebil. Øverst på instrumentbrættet ses de tre eye track kameraer, mens selve scenekameraet, der filmer det, som føreren ser ud af forruden, er monteret bag bakspejlet.

man kortlægge, hvad deres visuelle opmærksomhed er rettet imod, og hvilke informationer trafikanten indfanger fra tavler, skilte eller andre trafikanter. På den måde er det muligt at finde frem til, hvad trafikanterne faktisk kigger på, og hvor meget de kigger på forskellige ting (figur 1).

Eye track systemer

Der findes flere forskellige typer af eye track udstyr. Valg af udstyr afhænger af undersøgelsens konkrete formål, og dermed hvilke parametre, man ønsker at måle. Der findes flere forskellige systemer, der hver især har en række fordele og ulemper, der gør udstyret mere eller mindre velegnet til måling af konkrete parametre.

Fastmonterede kamerasystemer

Fastmonterede eye track systemer findes bl.a. i instrumenterede køretøjer, hvor eye tracket registreres af 3-6 kameraer vendt mod føreren. Derudover har systemet et scenekamera til videooptagelse af trafiksituationen foran bilen. Figur 2 viser et eksempel på et 3-kamera eye track system monteret i en bil. Systemet her er det svenske Smart Eye Pro.

Smart Eye Pro systemet anvender infrarødt lys til at skabe reflekser i øjets hornhinde, som herefter fanges af et eller flere af kameraerne. For at opnå en så sikker og robust tracking som muligt trackes hvert øje separat. Algoritmer identificerer herefter iris og pupil i hvert øje og vægter inputtet fra det enkelte øje til ét blik. Samtidig opfanger, tracker og tolker systemets software førerens ansigtstræk og hovedbevægelser. Systemet opdaterer løbende detaljer omkring ansigtet, og på den måde bygges førerens profil mere og mere detaljeret op. Det betyder, at kun ganske få af førerens ansigtstræk behøver at være synlige for præcist at kunne fastsætte hovedets stilling, selv hvis ansigtet er delvist skjult fx af personens hånd.

Under kørslen opsamles kontinuert (60 Hz) en lang række dataparametre. Vha. systemet er det muligt bl.a. at dokumentere, om bilisten kigger på et veldefineret objekt, hvor mange blik bilisten har på dette objekt, hvor længe der kigges (blikkets varighed), og hvor stor en vinkel væk fra vejens længdeakse der kigges (blikvinkel).



Figur 3. Eksempel på eye track brille (tobipro.com 2017).

Eye track briller

Et andet og mere fleksibelt system er eye track briller, se figur 3. En eye track brille kan anvendes af alle trafikantarter, bilister såvel som cyklister og fodgængere. Blikdata registreres af fire kameraer, to pr. øje. Video fra scenekameraet, som er placeret mellem brilleglassene, opsamles sammen med blikdata via en trådløs enhed (mobiltelefon eller PC).

Den stationære transportable eye tracker

Den stationære men transportable eye tracker anvendes til fixationsbaserede studier og kan derfor anvendes i tilknytning til fremvisning af video eller billeder, som vises på en PC-skærm (figur 4). Eye trackeren placeres under skærmen og fremstår knap så tydelig for testpersonen set i forhold til de to øvrige eye track systemer.

Eye tracking er en registrering af øjets bevægelser

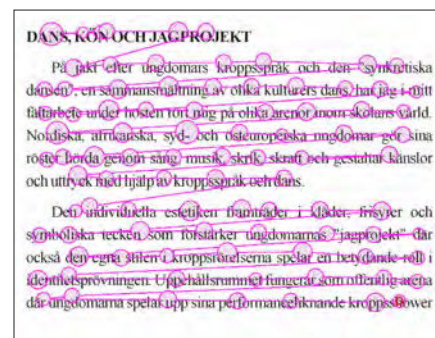
Øjets bevægelser kan groft sagt opdeles i "fixation" og "saccader". En fixation er, når blikket hviler på det samme sted i kortere tid. En fixation kan være fra få 1/100 sekunder til flere sekunder. En saccade er,



Figur 4. Eksempel på en stationær, transportabel eye tracker, som er placeret nederst på PC-skærmen (SMIvision.com 2017).

når blikket flytter sig fra en fixation til den næste fixation. Saccade bevægelsen er meget hurtig og regnes for en af de hurtigste bevægelser, den menneskelige krop kan producere. Typisk varer en saccade mellem 30-80 ms, og i den periode opfatter øjet meget lidt – eller ingenting. En saccade følger sjældent den direkte vej fra en fixation til den næsten fixation, men forløbet kan være kurvet, kantet og/eller være afbrudt af et blink. Ofte blinker man imellem to fixationer i forbindelse med, at man flytter fokus.

Øjet blinker gennemsnitligt ca. 10-20 gange i minuttet. Antallet af blink afhænger af opgaven (ved eksempelvis læsning blinkes færre gange end ved øvrige opgaver), men også af bl.a. personens alder, øjets fugtighed og tidspunkt på dagen. Også blinkets varighed afhænger af forskellige forhold bl.a. opgavens visuelle behov.



Figur 5. Eksempel på fixationer og saccader under læsning af en tekst. (Humanistlaboratoriet, Lund University 2005).

Figur 5 viser et eksempel på øjenbevægelser i forbindelse med, at man læser en tekst. De runde cirkler er fixationer, mens den tynde streg viser saccader. Når man læser, har man typisk mange kortvarige fixationer på udvalgte ord afbrudt af saccader, når blikket flyttes. Øjebevægelsen ved læsning er således ikke jævn, men sker i ryk. I eksemplet ses, at der er flere ord, som øjet ikke har fixationer på, men blot hurtigt bevæger sig over.

Et andet eksempel på registrering af fixationer og saccader er vist i figur 6. Fotoet viser en bilførers blikmønster i en periode på 5 sekunder, imens føreren holder stille for rødt i et kryds. De lilla cirkler er fixationer dvs. steder, hvor blikket er fastholdt. Den blå linje viser, hvordan blikket har flyt-

tet sig (saccader). Den grønne ring er den aktuelle blikretning. Bilisten har i de viste 5 sekunder haft én fixation på modkørende trafik, tre fixationer på LED reklamen på husgavlen til højre i billedet og én fixation på husfacaden lige frem.

Den aktuelle blikretning er mod signalet, som er ved at skifte fra rødt til grønt (dog uden nogen fixation).

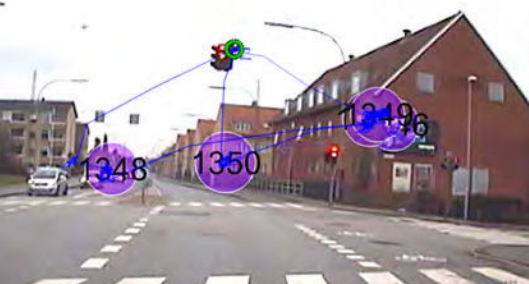
Ved opgørelser og analyser af eye track data i relation til en konkret situation vil man typisk opgøre:

- Blikobjekt (objekt der kigges på)
- Antal blik pr. objekt
- Blikvarighed (pr. blik og samlet pr. objekt)
- Blikvinkel (vinkel mellem færdselsretningens længdeakse og blikkets retning mod objektet).

Eye track data kan desuden kombineres med måling af andre parametre. I relation til brug af eye tracking i trafikken kan det fx være trafikantens hastighed i tilknytning til de målte blik eller afstanden til objekter, der befinder sig foran trafikanten på bliktidspunktet som fx en forankørende bil.

Visuel distraktion og sikkerhedsbuffer i vejtrafik

Visuel distraktion forekommer, når en trafikant kigger væk fra vejen og/eller trafikken. Når en bilist bliver udsat for visuel distraktion, indfanges trafikantens visuelle fokus, og opmærksomheden trækkes væk fra trafikken og medtrafikanterne. Opstår der samtidig en uventet hændelse i trafikken, som kræver en øjeblikkelig reaktion, kan det betyde, at trafikanten ikke når at reagere i tide. Med baggrund i en række internationale undersøgelser er der stor enighed blandt forskere om, at distraktion har negative effekter på køreadfærd, og at



Figur 6. Eksempel på eye track fra bilist der holder stille for rødt lys (Trafitec 2016).

ulykkesrisikoen øges ved visuel distraktion under bilkørsel. Visuel distraktion kan opdeles på objekter inde i bilen og objekter uden for bilen. Objekter uden for bilen kan være elementer i vejmiljøet – bygninger, reklamer langs vejen, køretøjer eller aktivitet uden for vejarealet – som fanger bilistens visuelle fokus.

I flere af Trafitecs eye track undersøgelser og analyser anvendes en international anerkendt algoritme til detektering af visuel distraktion. Algoritmen er baseret på bilistens samlede blikadfærd inden for en periode på flere sekunder. Således detekteres situationer, hvor bilistens samlede visuelle opmærksomhed er væk fra vejen mod kørsels-irrelevante objekter i et samlet tidsrum på minimum 2 sekunder inden for en 6 sekunders sammenhængende periode. Undersøgelser har nemlig vist, at hvis man er visuel uopmærksom i 2 sek. (ud af en periode på 6 sek.), fordobles risikoen for at blive involveret i en trafikulykke. Figur 7 viser et eksempel på opgørelse af visuel distraktion, hvor den samlede irrelevante bliktid (i en periode på 6 sek.) er opgjort. Når den overstiger 2 sek., er der tale om visuel distraktion.

Blikvarighed i kombination med tidsafstand til forankørende kan endvidere benyttes til at beregne "sikkerhedsbufferen". I et eksempel, hvor der fx er 1,5 sek. til forankørende, og hvor bilisten samtidig har 0,8 sek. visuel uopmærksomhed, beregnes "sikkerhedsbufferen" således til $1,5 - 0,8 = 0,7$ sek. Bilisten har således 0,7

sek. til rådighed til at afværge en pludselig opstået situation, der kræver en øjeblikkelig handling for at undgå en ulykke. "Sikkerhedsbuffer" og "visuel distraktion" er to af de centrale nøgleparametre, når visuel uopmærksomhed skal relateres til trafikikkerhedsrisiko.

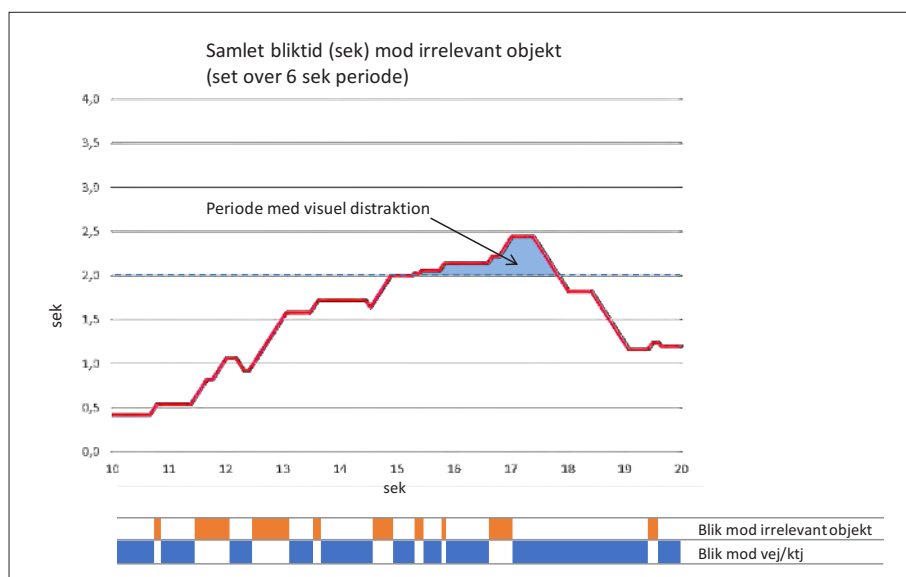
Eksempler på brug af eye tracking i trafikken

Eye tracking kan bruges til at kortlægge den overordnede visuelle orientering i forskellige situationer eller til mere specifikke opgørelser ved konkrete lokaliteter.

I figur 8 ses fx en overordnet principskitse af, hvordan blik fordeler sig under kørsel i dagslys. Blikkene er her fordelt på forhåndsdefinerede områder af den visuelle scene (forrudd, sidespejle mv.).

Andre eksempler på, hvordan eye tracking kan anvendes eller allerede er anvendt, er:

- eye tracking kan anvendes i relation til det "at finde vej" i trafikken. Fx har eye tracking været brugt til at undersøge trafikanters visuelle adfærd i motorvejsforgrøninger, hvor blik mod portaltavler og øvrige vejvisningstavler på strækningen op til motorvejsforgrøningen er blevet undersøgt i forbindelse med en konkret opgave, hvor trafikanterne blev bedt om at køre mod en bestemt destination.
- bilisters visuelle adfærd ved betjening af navigationsanlæg, smartphones eller andet udstyr i bilen.



Figur 7. Opgørelse af visuel distraktion. Når bliktid på irrelevante objekter overstiger 2 sek. (af de seneste 6 sek.), er der tale om visuel distraktion.

- i et køresimulatorstudie blev eye tracking anvendt til vurdering af bilisters og cyklisters samspilsadfærd i rundkørsler. Resultaterne er siden blev anvendt til revurdering af vejreglerne for udformning af rundkørsler.
- viden og dokumentation om, hvordan reklamer (stationære billboards, LED-reklametavler, spektakulære reklameobjekter) påvirker bilisters visuelle adfærd og heraf følgende indvirkning på trafikikkerheden, er blevet undersøgt vha. eye tracking kombineret med måling af andre parametre (hastighed og afstand til forankørende trafikanter).
- viden om, hvorvidt og i hvor høj grad konkrete vejtafver indfanger bilisters opmærksomhed, er undersøgt i tilknytning til flere typer af tavler. Fx de såkaldte turistoplysningstavler langs motorvejsvejnettet, men også øvrige vejtafver, informationstavler, hastighedstavler mv.
- hvad kigger bilister på, når de kører på en vejarbejdsstrækning, og i hvor stor en del af tiden ses på forskellige vejarbejdsrelaterede elementer (selve arbejdsområdet, vejarbejdere, ar-

bejds-skøretøjer, midlertidige tavler og afmærkning mv.)? Dette var blot nogle blandt flere forhold, som ved hjælp af eye tracking blev undersøgt i tilknytning til spørgsmålet om, i hvor høj grad bygnings- og vejarbejder langs en vej bør afskærmes.

- cyklisters og fodgængeres visuelle orientering mod andre trafikanter i forbindelse med passage af kryds eller i rundkørsler og/eller i forbindelse med svingmanøvrer. Er cyklisternes orientering mod øvrige trafikanter hensigtsmæssig?



Figur 8. Principskitse af bilisters blikfordelt på forhåndsdefinerede områder af den visuelle scene. Kørsel i dagslys på udvalgte reklamestrækninger (Trafitec 2017).

- ved brug af eye track brille er det undersøgt, hvordan forskellige typer af cyklister tilpasser deres adfærd både til infrastrukturen og andre trafikanter, når de cykler hhv. med og uden påvirkning fra en mobiltelefon (sms, opringning, musik, mv.).
- i forbindelse med afmærkning frem mod vejarbejde er eye tracking anvendt til vurdering af, hvorvidt trafikanterne ser på de tavler og den afmærkning, der skal advare dem og få dem til at tilpasse kørslen frem mod vejarbejdet.
- bilisters visuelle adfærd – og eventuelt heraf følgende køreadfærd – kan vurderes i relation til kampagner, vejkantsplakater og lignende.

Eye tracking kan altså med fordel anvendes i mange trafikale sammenhænge, hvor man har brug for viden og dokumentation omkring trafikanters visuelle adfærd – i kombination med køreadfærd – og de effekter, det kan have for trafikikkerheden.

