

Tram Collision Avoidance

Projectvoorstel Beeldverwerking

Tim BESARD
Ruben SCHOLLAERT
Dimitri ROOSE
Sebastiaan LABIJN

0.1 Kerngegevens

Titel

Tram Collision Avoidance.

Contactpersoon

Dimitri Roose roose.dimitri@gmail.com

Uitvoerders

Tim Besard	tim.besard@gmail.com
Sebastiaan Labijn	sebastiaan.labijn@gmail.com
Ruben Schollaert	ruben.schollaert@telenet.be

Startdatum, doorlooptijd, menskracht en begroting

Startdatum	17 februari 2011
Doorlooptijd	103 dagen
Menskracht	160
Begroting	Niet van toepassing.

Situering van het project

Probleemstelling

Er gebeuren jaarlijks heel wat ongelukken met trams omdat de remafstand vrij groot is en er geen uitwijkmogelijkheden zijn. In dit project proberen we dat te vermijden door via computervisietechnieken een schatting te maken van de afstand tot andere trams en tot andere voertuigen of weggebruikers die de sporen blokkeren.

Niet enkel de afstand vanuit de tram is belangrijk, ook de positie van de pantograaf en de leidraad hebben hun invloed op de voortstuwing van de tram, en dan vooral de slijtage. Een onderdeel van dit project is het detecteren van de positie van pantograaf en leidraad in videosequenties opgenomen vanop het dak van een tram.

Andere projecten van derden

Beschrijving van het uit te voeren project

Doelstelling

Het doel van dit project is om aan de hand van videobeelden in real-time te kunnen beslissen of de tram een noodactie moet ondernemen om een mogelijke botsing te vermijden. De beelden worden gehaald uit een digitale videocamera, die zicht heeft op wat er zich voor de tram in kwestie gebeurt.

De beslissing om een noodstop uit te voeren, kan leiden uit verschillende situaties. Zo kunnen de videobeelden indiceren dat er zich een stilstaande tram bevindt op hetzelfde spoor. Indien de berekende afstand tussen de twee tram-toestellen te klein wordt, kan de beslissing genomen worden om te vertragen of zelfs om helemaal te stoppen.

Het gebeurt echter ook geregeld dat een tram botst met vreemde objecten, zoals auto's, personen, of andere voorwerpen. Hiertoe berusten we opnieuw op de videobeelden, waarna we opnieuw tot de beslissing kunnen overgaan om de tram tot stilstand te laten komen om zo een (mogelijk gevaarlijke) collision te vermijden.

Aanpak en werkprogramma

Algemene werkwijze

De eerste stap van het project zal er uit bestaan om de vast te leggen hoe de overkoepelende applicatie tewerk gaat. Die applicatie is immers verantwoordelijk voor het vergaren van het bronmateriaal, en om vervolgens in de juiste volgorde (eventueel gedeeltelijk parallel) de verschillende deelcomponenten los te laten op een deel van dat bronmateriaal. Het resultaat van dit verwerkingsproces zal de applicatie tenslotte toelaten te beslissen of de tram al dan niet een noodstop moet uitvoeren.

Vervolgens zullen we de exacte interface waarmee de deelcomponenten zullen aangesproken worden, vastleggen. Vooral het data-aspect is hierbij belangrijk. Zo berusten verschillende deelcomponenten op het resultaat van het tramspoor-detectiesysteem, waardoor het imperatief is van bij het begin van het project te weten hoe de output van desbetreffend systeem er zal uit zien.

Eenmaal deze twee stappen gerealiseerd zijn, kan de effectieve ontwikkeling van de deelsystemen gestart worden. Gezien de applicatie nu ook voldoende gespecificeerd is, kan deze ontwikkeling perfect parallel verlopen.

Tenslotte zullen we de deelsystemen in de overkoepelende applicatie invoegen, waardoor we een functioneel systeem bekomen. Door de rigide specificatie aan het begin van het project, zou dit niet veel tijd mogen in beslag nemen.

Toch voorzien voldoende tijd om aan deze fase te besteden, problemen zijn immers altijd mogelijk.

Beschrijving werkpakketten

Werkpakket 1 - Tramspoor detectie (30 uur) Het eerste werkpakket bestaat eruit om de sporen te detecteren voor de tram. Hiertoe zullen we edge-detection algoritmes toepassen (zoals Sobelfilters), waarna we de effectieve lijnen kunnen extraheren (met vb. de Canny edge detector). De meest courante algoritmen detecteren echter enkel rechte lijnen, terwijl tramsporen best gebogen kunnen zijn (hetzij beperkt). Er zal moeten onderzocht worden of er rond die beperkte kromming kan gewerkt worden, bijvoorbeeld door meerdere kortere lijnen te verbinden, of dat er een geavanceerder algoritme zal benodigd zijn.

Dit werkpakket is van kritiek belang, daar verschillende van de andere werkpakketten berusten op de correcte werking ervan. Om de andere werkpakketten toch toe te laten reeds te starten zonder dat dit pakket afgewerkt is, zal duidelijk moeten afgesproken worden onder welke vorm het uiteindelijke resultaat zal doorgegeven worden. Dit kan bijvoorbeeld onder de vorm van een puntencollectie, of beter, door een enkel object dat een set tramsporen voorstelt, en voor elk van de twee sporen daarbij een collectie lijnstukken bevat.

Werkpakket 2 - Tramdetectie (50 uur) De trams dienen herkend te worden in de opeenvolgende frames. Er zijn verschillende technieken mogelijk om dit te verwezenlijken. Om een overzicht te krijgen over de efficiëntie van de technieken worden er enkele geïmplementeerd. Deze worden dan uitvoerig getest en aan de hand van de testresultaten.

Een eerste manier is gebruik maken van template matching technieken. Template matching kan nog eens worden onderverdeeld in twee benaderingen: feature-based en template-gebaseerde matching.

De feature-based benadering maakt gebruik van de kenmerken van het zoek-en sjabloonafbeelding, zoals randen of hoeken, om de best passende locatie van het sjabloon in de bronafbeelding te zoeken. De template-based, of mondiale aanpak, maakt gebruik van het gehele sjabloon. Aan de hand van somvergelijkingen van metrische waarden zoals cross-correlatie, vierkantswortels of verschillen in absolute waarden, kan men opnieuw de meest levensvatbare plaats voor het sjabloon in de bronafbeelding vinden.

Als het sjabloon sterke kenmerken heeft, kan een feature-based aanpak worden overwogen. Aangezien deze aanpak geen rekening houdt met het geheel van het sjabloon, kan dit leiden tot een hogere computationele efficiëntie.

Voor sjablonen zonder sterke kenmerken kan een template-gebaseerde benadering efficiënt zijn. Aangezien template-gebaseerde sjabloon matching mo-

gelijks het bemonsteren van een groot aantal punten vereist kan men dit verminderen door de resolutie de zoek- en sjabloon afbeelding te verminderen met dezelfde factor en op deze afgeslankte afbeeldingen het algoritme uit te voeren. In OpenCV biedt de keuze uit zes verschillende berekeningsmethoden:

- Correlatie coëfficiënt.
- Kwadratisch verschil.
- Cross correlatie.

Deze kunnen al dan niet genormeerd zijn. Er wordt wel nog geen rekening gehouden met schaling en/of rotatie.

De tweede manier is gebruik maken van HAAR-training. Hierbij wordt een classifier getraind door middel van voorbeelden van trams. Eens getraind kan deze classifier dan gebruikt worden om in nieuwe bronafbeeldingen te zoeken naar het sjabloon. Om HAAR-training toe te passen is echter een dataset met afbeeldingen van trams nodig en deze is niet beschikbaar.

Er wordt eerst een vergelijking gemaakt tussen implementaties van enkele feature-gebaseerde en template-gebaseerde benaderingen.

Werkpakket 3 - Berekenen afstand tot voorgaande tram (40 uur)

Om de afstand tot de vorige tram te kunnen berekenen hebben we nood aan vast vergelijkingspunt. Hiervoor nemen we als referentie de afstand tussen 2 tramsporen. Omdat de beelden onder een bepaalde hoek geschoten zijn, moeten we ook rekening houden met het perspectief.

We hebben dus nood aan een algoritme dat het perspectief wegwerkt. Hiervoor is het nodig om een homografie op te stellen die een bepaald perspectief steeds in hetzelfde vlak transformeert. In openCV wordt voorzien in homografie door de functie `cvFindHomography`.

Ook is het nodig om de camerabeelden te calibreren om een eenduidige beeldverwerking te bekomen. In openCV is hiervoor in een functie voorzien, `cvCalibrateCamera2()`. Dit maakt gebruik van een calibratie-object dat veel individuele en herkenbare punten heeft zoals tramsporen. Meetfouten kunnen we opvatten als distortion en zo wegwerken tijdens deze calibratiefase.

De uiteindelijke afstandbepaling kan dan gebeuren op basis van wiskundige berekening met betrekking tot afstanden.

Werkpakket 4 - Blokkerend object detecteren (48 uur) In eerste instantie gebruiken we bij dit werkpunt de resultaten van de vorige werkpunten,

zo kunnen we aannemen dat er een obstakel is van zodra de tramsporen niet meer continu gedetecteerd worden.

Rest ons nu nog aan te geven welk soort obstakel dit is. Aangezien we onmogelijk voor alle soorten objecten een herkenning kunnen maken beperken we ons hier tot het detecteren van auto's en mensen, de overige obstakels worden dan aangegeven als onbekend.

Om mensen te detecteren gaan we gebruik maken van de kenmerkingen (descriptoren) van een persoon, zo hebben we de typische omega-vorm van het hoofd en de bouw van een lichaam van een persoon die rechtop loopt. De combinatie van een hoofd en schouders kunnen we samen opnemen in een verzameling van descriptoren, die we dan testen tegen enkele testdata (postieve & negatieve data) om de resultaten te bekomen die we wensen. Enkel het hoofd kunnen we detecteren via eenvoudige technieken zoals bounding boxes, OpenCV voorziet hiervoor in functies om dit dan op te halen uit beelden.

Om auto's te detecteren gaan we gebruik maken van Haar classifier training. Hiervoor zullen we aan de hand van een collectie voorbeelden van auto's in zij aanzicht de classifier trainen. Eenmaal deze classifier getraind is kan deze gebruikt worden om auto's op te sporen in de beelden. Ook voor HAAR-training heeft OpenCV een ingebouwd systeem om deze training door te voeren.

Projectplanning

Het verloop van het project zal hoofdzakelijk democratisch bepaald worden. Zo hebben alle medewerkers evenwaardige toegang tot de centrale code-repository. De gebruikte service hiervoor kent echter een veel bredere functionaliteitswaaier, die de teamleden zal toelaten op efficiënte wijze te communiceren en overleggen over het verloop van het project. Zo wordt bijvoorbeeld voorzien in een wikipedia-achtige sectie, dat kan gebruikt worden om bepaalde algoritmes uit te doeken te doen, of om snel informatie neer te pennen die dan in een later stadium in het verslag kan verwerkt worden. Ook voorziet dezelfde service in mogelijkheden om commentaar in te sturen over bepaalde codefragmenten of -toevoegingen, zodat het eenvoudig is om in team constructief te discussiëren over het specifieke verloop van een bepaald projectgedeelte.

Nut van de resultaten

Beschrijving van het nut

Het uitgewerkte project zal een applicatie zijn die kan gebruikt worden door *De Lijn*, deze applicatie kan dan gekoppeld worden aan een alarm of automatisch stopsysteem als een collision gedetecteerd wordt. Aangezien dit project

specifiek toegepast wordt op tramsporen en trams van *De Lijn* kan het niet zomaar toegepast worden voor andere doeleinden, wel zal elk apart werkpunt kunnen gebruikt worden buiten het project. Zo kan men werkpunt 4 gebruiken om ook bij andere voertuigen voetgangers of andere blokkerende objecten te detecteren.

Overdracht van kennis aan de gebruikers

Om de kennis opgedaan met dit project over te dragen aan andere gebruikers, zullen we voorzien in verschillende hulpmiddelen, zowel theoretisch als concreet.

Het theoretische aspect wordt verzorgd door een paper die de beslissingen en overwegingen nodig om tot het beoogde resultaat te bekomen, voldoende uit de doeken doet. Zo zal een gebruiker probleemloos kunnen nalezen waartoe een bepaald algoritme toegepast is, alsook waarom we het verkozen hebben boven andere alternatieven.

Het praktisch aspect wordt verwezenlijkt door de geschreven code in herbruikbare vorm publiek beschikbaar te maken. Zo zal duidelijk worden hoe de gekozen algoritmen exact zijn toegepast, en hoe ze gecombineerd zijn om een sluitend geheel te vormen. De code zal ook gebundeld zijn met voorbeelden zodat de gebruiker eenvoudig in staat is om de werking van het pakket te verifiëren.

Tenslotte wordt ook voorzien in een presentatie, die zowel het theoretische als het meer praktische van het project oppervlakkig aanraakt om een nieuwe gebruiker een algemeen beeld te geven over het doel en werking van het project.

Gebruik van resultaten van derden

Informatie gebruikt voor WP4 in pdf vorm:

- "Estimating the Number of People in Crowded Scenes by MID Based Foreground Segmentation and Head-shoulder Detection." door "Min Li, Zhaoxiang Zhang, Kaiqi Huang and Tieniu Tan"
- "Classifying the head-shoulder region and orientation in pedestrians" door "Sanne Korzec"
- "Detection of Multiple, Partially Occluded Humans in a Single Image by Bayesian Combination of Edgelet Part Detectors" door "Bo Wu, Ram Nevatia"
- "Realtime On-Road Vehicle Detection with Optical Flows and Haar-like feature detector" door "Jaesik Choi"

Bijlagen

- Schematische weergave van de projectplanning.

Activiteit	Periode												Opmerkingen
	Semesterweken												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Algemeen: Vastleggen interface					1								
Algemeen: Realiseren overkoepelende applicatie					3								
Algemeen: Samenvoegen deelsystemen											3	3	
WP1: Edge detection						6	2						
WP1: Lijndetectie							3	6	2				
WP1: Extraheren tramsporen									6	5			
WP2: OpenCV Template Matching	3	3	2	8									
WP2: Implementatie Template Matching					10	10							
WP2: Testen Template Matching								10	10				
WP3: Projectie en Homografie	3	3	3	3									
WP3: CameraCalibratie					7	8	5						
WP3: Distortion en afstandsbepaling								5	8				
WP4: Blokkerend object detecteren				2	2								
WP4: Interpretieren resultaten vorige WP					1	3							
WP4: Detectie personen adhv descriptoren & bounding boxes							10	10					
WP4: HAAR-training auto's + detectie									10	10			
Vakantie: ...													

Tabel 0.1: projectplanning