

Il WebGIS a supporto delle tecnologie di rilievo con veicoli ad alto rendimento

Le ITC a servizio delle sicurezza stradale

Resoconto dell'attività di ricerca aggiornata secondo anno



Dottorando di ricerca: Antonella Ragnoli

Gennaio 2013

INDICE

0	INTRODUZIONE.....	1
1	PREMESSA.....	2
1.1	Il trasporto su strada oggi.....	2
2	ARGOMENTI TRATTATI NEL II ANNO	5
2.1	Sicurezza stradale.....	5
2.1.1	Analisi della rete e metodologia di mitigazione.....	6
2.1.2	Caratterizzazione dei fattori di rischio stradali.....	7
2.1.3	I fattori della sicurezza.....	7
2.2	Aspetti tecnologici	8
2.2.1	Architettura hardware- software e sperimentazione in campo.....	8
2.2.2	Trattamento dati traiettografici.....	17
2.3	Prossimi sviluppi	20
3	IDEA DI PROGETTO DI RICERCA	23
3.1	Obiettivi del progetto di ricerca	23
3.2	Sistema dei valori- macro aree.....	24
3.3	Attori coinvolti	24
3.4	Contributo tecnologico	24
3.5	Prospettive e possibili risultati attesi.....	25
3.6	Attività svolte ai fini del progetto.....	25
3.6.1	Attività di ricerca.....	25
3.6.2	Attività di sperimentazione.....	25
3.6.3	Attività di formazione e autoformazione.....	26
4	ATTIVITÀ COLLATERALI	27
4.1	Sicuri sulle strade- Osservatorio sulla Sicurezza Stradale in provincia di Rovigo.....	27
4.2	Sito Scuola di Dottorato NT&ITA	28
5	ATTIVITÀ DI STUDIO E FORMAZIONE.....	29
5.1	Formazione e autoformazione	29
5.2	Seminari e conferenze della scuola di dottorato	30
5.3	Altri seminari e conferenze.....	31
5.4	Speech conferenze e pubblicazioni.....	32
5.4.1	Workshop	32
5.4.2	Seminari	33
5.4.3	Pubblicazioni	33
6	SUPPORTO ALLA DIDATTICA	35
7	BIBLIOGRAFIA	37
8	SITOGRAFIA.....	38
9	ABSTRACT.....	40
9.1	Smart & Safe Mobility	40

0 INTRODUZIONE

Il presente documento traccia un quadro di sintesi relativo al percorso di formazione e ricerca seguito durante il secondo anno di Dottorato all'interno del gruppo di ricerca Nuove Tecnologie & Informazione Territorio e Ambiente.

Il tema generale che confina la mia ricerca è legato all'argomento "*Il WebGIS a supporto delle tecnologie di rilievo con veicoli ad alto rendimento*", offrendo largo spazio all'approfondimento di tematiche teoriche ed applicazioni sperimentali, attività rese possibili nell'ultimo anno attraverso la collaborazione con l'azienda Omnigis s.r.l. che ha messo a disposizione GIOTTO, una piattaforma Mobile Mapping System stradale e l'azienda LTSs.r.l. l'attrezzatura laser scanner. Nel corso di questo anno di dottorato il tema che ho deciso di iniziare ad approfondire è quello della Sicurezza Stradale, argomento fortemente considerato tra gli obiettivi principali europei e tematica trasversale che coinvolge la vita quotidiana di tutti. La ricerca che sto conducendo vuole mettere in luce quali benefici legati a soluzioni tecnologiche innovative ed efficaci, afferenti anche alle ICT, possono orientarsi a questa tematica.

Rispetto al precedente anno si evince una continuità per quanto riguarda le tecnologie sperimentate, la ricerca teorica volta ad approfondire i principi fisici e matematici alla base di dispositivi e sensori, e il metodo di indagine finalizzato ad individuare i diversi aspetti della tematica della sicurezza stradale, anche mediante lo studio di esperienze nazionali ed internazionali che trattano dell'argomento.

**Lo stato di avanzamento
della ricerca**

1 PREMESSA

1.1 Il trasporto su strada oggi

In un'ottica oramai obsoleta l'informazione territoriale, declinata al settore della mobilità e delle infrastrutture stradali, era legata prevalentemente alle fasi di progettazione e manutenzione delle opere, e detenute da enti e soggetti preposti a tali attività.

Ad oggi la visione sta mutando radicalmente, merito da un lato delle innovazioni tecnologiche nel campo delle telecomunicazioni e dell'informatica e ICT, e dall'altro di uno spirito collaborativo e una coscienza collettiva ormai maturata nella maggior parte cittadini, soprattutto quando si parla di una tematica trasversale come quella della mobilità e della sicurezza stradale.

L'informazione territoriale rappresenta il fulcro di un sistema orientato all'ottimizzazione del patrimonio stradale esistente, che va a demolire una concezione ormai stantia e ad oggi quasi irrealizzabile, che vedeva come principale soluzione alle problematiche legate alla mobilità, la costruzione di nuove infrastrutture. Tale concezione ha trovato attuazione in un momento storico in cui la Nazione manifestava il bisogno di connessione territoriale, anche il virtù di condizioni economiche ed industriali di sviluppo, accompagnate da una crescente urbanizzazione di molte aree, che hanno caratterizzato la seconda parte del secolo scorso.

Ad oggi la situazione è totalmente diversa: i centri urbani sono congestionati, la viabilità spesso mal organizzata, condizione frequentemente legata ad una cattiva gestione del territorio, ed è evidente che la soluzione del problema può essere identificata in una migliore gestione delle risorse esistenti, processo che non può prescindere da una approfondita conoscenza del territorio e delle esigenze dei diversi attori coinvolti.

Considerando un simile scenario, fatto di città che vedono la popolazione in crescita, così come il tasso di motorizzazione e la domanda di mobilità, è immediato riscontrare un notevole abbassamento della qualità della vita, producendo un istantaneo decadimento dei parametri legati alla sicurezza stradale e all'accessibilità territoriale.

Si rende quindi necessario un nuovo approccio orientato alla profonda conoscenza del contesto territoriale, della rete e delle dinamiche di mobilità, fortemente legato a criteri di sicurezza ed accessibilità, e fondato sulla partecipazione multiattoriale.



La crisi del sistema strada



Nuovi approcci, Nuove tecnologie ICT.

L'ultimo aspetto legato al coinvolgimento dei diversi stakeholders e utenti è sospinto da una cultura della sicurezza stradale che sta fiorendo negli ultimi anni, grazie anche a una massiccia opera di sensibilizzazione ai rischi connessi a scorretti comportamenti alla guida da parte degli organismi europei, via via recepiti a livello nazionale.

Tale condizione, unitamente alla recente diffusione di sensori di diverse tipologie orientati al monitoraggio di alcuni aspetti legati agli effetti che anche il nostro vivere quotidiano genera sull'ambiente circostante, ha alimentato la nascita di nuovi servizi orientati alla raccolta e diffusione di informazioni georiferite in tempo reale, al fine di migliorare la vivibilità delle nostre città.

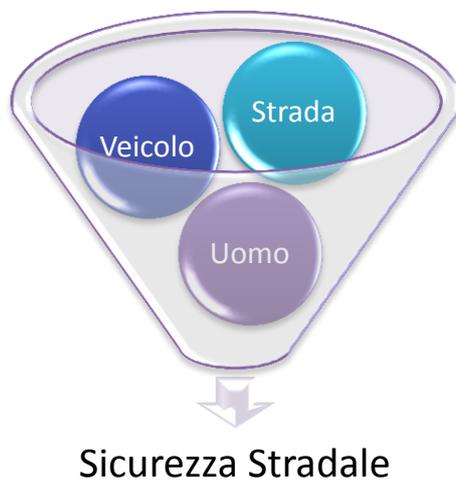
Analizzando infatti le esigenze emerse in diverse realtà cittadine e le risposte fornite mediante servizi su base ICT, risultano evidenti i benefici legati a questo genere di provvedimenti poco invasivi e orientati al soddisfacimento di necessità reali; nel caso della mobilità questo si traduce nella richiesta di adeguati standard di sicurezza e fruibilità della rete stradale stessa, mediante ad esempio la raccolta e la condivisione di informazioni georiferite, anche in tempo reale.

Il trasporto stradale è un sistema formato da tre componenti principali:

- l'ambiente e la strada
- il veicolo
- l'utente.



I fattori del sistema strada.



Al fine di garantire le condizioni ottimali per una mobilità sicura e sostenibile è necessario conoscere il più possibile le tre componenti e scongiurare coesistenza di cause che possano sfociare in fenomeni incidentali.

Disporre di un quadro informativo completo ed aggiornato del territorio in esame, e nel caso specifico del sistema dei trasporti, consente una gestione ottimizzata dei flussi di traffico, garantendo condizioni di sicurezza più elevate

agli utenti, e conseguentemente un maggior soddisfacimento della domanda di conoscenza e mobilità espressa dai vari attori presenti sul territorio.

E' evidente come sia fondamentale il ruolo delle tecnologie di comunicazione e delle piattaforme di acquisizione per avere a disposizione una base di dati aggiornata e completa; tuttavia, grazie alla massiccia diffusione di dispositivi personali (sia per le auto e sia per i pedoni) che presentano sistemi di localizzazione e accesso alla rete, è possibile utilizzare come nuova fonte di dati le segnalazioni provenienti da singoli cittadini, anche all'interno di un approccio wiki, votato alla collaborazione e alla sensibilizzazione nei confronti di problemi condivisi dalla società.

Tali linee guida sono del tutto compatibili con la filosofia della Smart City, cornice generale che connette le individuali linee di ricerca del gruppo dei dottorandi. Il tema all'interno del quale il mio progetto di ricerca si colloca maggiormente è quello della *Smart Mobility*, soprattutto nel segmento che è riassunto dalla locuzione *Smart Vehicles on Smart Road*. Lo scopo è quello di rendere le infrastrutture intelligenti, cioè in grado di scambiare flussi informativi da un lato con gli attori preposti alla gestione della rete, e dall'altro lato con i veicoli che la percorrono. Tale percorso risulta inaccessibile se si trascura una profonda conoscenza della infrastruttura stradale, in termini di caratteristiche strutturali e funzionali, e una conseguente analisi sulle tipologie di sensori e dispositivi di trasmissione per l'acquisizione e il trasferimento dei dati.

L'importanza del patrimonio informativo derivante dall'elaborazione di dati spaziali, dell'integrazione delle diverse tipologie di dati informativi al fine della costituzione di quadri di conoscenza condivisi a supporto delle politiche di governo e gestione del territorio, e nello specifico, applicate al settore delle infrastrutture stradali e della mobilità, rappresentano una occasione strategica per ottimizzare la gestione del "patrimonio esistente", all'interno della filosofia generale della Smart City.



Mobilità+ICT=Smart Mobility

2 ARGOMENTI TRATTATI NEL II ANNO

Il secondo anno di ricerca è stato caratterizzato da un forte aspetto applicativo, che mi ha condotto a confrontarmi con problematiche reali legate alla tematica della Sicurezza Stradale.

Collaborando infatti con il gruppo di ricerca NT&ITA ed altri esperti, alla realizzazione di un progetto legato a questo tema, cioè la realizzazione di un Osservatorio sulla Sicurezza Stradale in provincia di Rovigo, (cap 5.1), ho avuto modo sia di approfondire gli aspetti teorici del problema, consultando norme e esperienze nazionali ed internazionali analoghe, e sia quelli applicativi, affrontando un'analisi specifica della tematica, al fine di trovare soluzioni tecnologiche efficienti e metodologie di analisi ed integrazione funzionali rispetto ai nostri scopi.

La mia ricerca quindi è stata composta dalle seguenti fasi principali:

- Analisi dei fondamenti teorici ed analisi delle best practices che caratterizzano il tema della sicurezza stradale
- Analisi degli aspetti tecnologici
- Attività di elaborazione e sperimentazione.

Fasi rese possibili anche attraverso la collaborazione con diversi esperti dei rispettivi settori.

2.1 Sicurezza stradale

Una mobilità "Smart" deve innanzitutto garantire un buon livello di sicurezza sull'infrastruttura ed essere sostenibile dal punto di vista degli impatti ambientali in fase di esercizio. Ho ritenuto opportuno documentarmi su tale tematica a partire da riferimenti normativi e bibliografia di riferimento.

La riflessione è partita dall'analisi delle diverse cause che possono concorrere al verificarsi di una situazione di rischio in campo stradale: nell'ambito della mobilità sulle infrastrutture stradali tale concetto si traduce nel verificarsi in una pluralità di piccoli, grandi e rilevanti eventi che sono sempre possibili nell'esercizio di una strada.

L'analisi dei rischi in questo settore presenta infatti una natura abbastanza complessa perché legata da un lato alla aleatorietà degli eventi stessi a causa della molteplicità delle variabili in gioco, prima tra tutte la percezione del pericolo da parte dell'utente, e dall'altro alla difficoltà di definire, con una certa



Organizzazione della ricerca



Rischio

fermezza, le condizioni al contorno che possono innescare una situazione di rischio.

E' evidente che la natura multidimensionale del fenomeno dell'insicurezza stradale, legata al tenore di rischio intrinseco, rende impossibile eliminare tutti i fattori di innesco del fenomeno.

E' compito delle Amministrazioni e degli operatori stradali mettere in atto azioni di mitigazione ed effettuare i relativi investimenti, distinguendo quei rischi che si presentano con una probabilità di accadimento ragionevolmente elevata, dagli altri possibili rischi.

2.1.1 Analisi della rete e metodologia di mitigazione

Al fine di individuare le aree sulla rete stradale in cui è più alta la probabilità di accadimento di incidente si è seguita la seguente metodologia, frutto di ricerca bibliografica ed analisi di buone pratiche.

La fasi fondamentali sono le seguenti:

- identificare i fattori di potenziale pericolo delle strade esistenti in modo tale che possano essere eliminati o attenuati prima che diano luogo a siti con elevata incidentalità riducendo il numero e la severità degli incidenti futuri;
- assicurare che siano presenti gli opportuni provvedimenti per ridurre il numero e la gravità degli incidenti;
- assicurare che i requisiti per la sicurezza di tutte le categorie di utente siano esplicitamente considerati nella pianificazione, progettazione, costruzione, gestione e manutenzione delle infrastrutture stradali;
- migliorare la consapevolezza degli aspetti concernenti la sicurezza in tutti i soggetti implicati nella pianificazione, progettazione, costruzione, gestione e manutenzione delle infrastrutture stradali
- diffondere una cultura della sicurezza stradale tra tutti gli utenti della strada mediante appropriate campagne di sensibilizzazione

In prima battuta infatti la strategia da mettere in atto consiste nell' individuare quei fattori di rischio per l'incidentalità che hanno delle cause riconoscibili e che possono, quindi, in qualche modo essere previsti e cercare di eliminarli o mitigarli, nella misura più efficace possibile.



I fattori

2.1.2 Caratterizzazione dei fattori di rischio stradali

Calandosi nel problema specifico ho cercato di individuare una serie di elementi caratterizzanti l'infrastruttura a livello geometrico e funzionale che possono essere cruciali, anche relativamente al loro stato di manutenzione, per la sicurezza. Di seguito la lista degli aspetti analizzati:

- le caratteristiche geometriche della sezione e l'organizzazione funzionale soddisfano la domanda di mobilità (flusso orario di progetto e velocità di progetto) sono tali da garantire flusso stabile per la corrente di traffico;
- le caratteristiche plano-altimetriche della strada sono compatibili con i limiti di velocità imposti;
- gli attraversamenti e le immissioni sono regolamentati e visibili ad una distanza di sicurezza adeguata;
- le pavimentazioni sono caratterizzate da condizioni di regolarità tali da assicurare il mantenimento delle condizioni di moto stabile, anche in presenza delle condizioni ambientali più frequentemente critiche;
- le carreggiate sono delimitate ed eventualmente separate da spazi e/o dispositivi opportuni per il contenimento dei veicoli in svio;
- gli ostacoli fissi e localizzati sono adeguatamente separati dalla corrente veicolare
- la segnaletica orizzontale e verticale risulta leggibile e chiara e in buone condizioni di manutenzione;
- buone condizioni di visibilità diurna e notturna;
- adeguata presenza di impianti di segnalazione e comunicazione.

Tale procedura è finalizzata alla creazione di un indicatore sulla pericolosità della strada, che tenga conto degli aspetti analizzati. Tale fase è ad oggi ancora in corso, mediante lo studio di esperienze analoghe condotte anche livello internazionale.

2.1.3 I fattori della sicurezza

Tutti i fattori sopra elencati sono stati considerati per caratterizzare l'infrastruttura a livello "Oggettivo", ovvero individuare quegli aspetti strutturali e funzionali che possono innescare comportamenti scorretti nell'utente e produrre incidenti stradali.

Altro aspetto importante ai fini dell'individuazione delle aree delicate sull'infrastruttura è l'analisi dell'incidentalità, argomento che ho trattato in



Gli ostacoli



Analisi incidentalità

maniera generale nella prima parte di ricerca, limitandomi allo studio dei principali indicatori desunti da letteratura, ma che intendo sviluppare come uno dei primi step di ricerca nel percorso conclusivo per la tesi.

Tale analisi risulta fondamentale poiché legata al comportamento dell'utente: strada, veicolo ed utente sono i fattori dell'equilibrio labile che possono condurre a fenomeni di incidentalità.

Vista la varietà dei veicoli che percorrono l'infrastruttura è possibile analizzare questa parte soltanto con un grado di approfondimento poco elevato, ma su base statistica.

Per quanto riguarda il comportamento dell'utente, con un approccio classico, infatti ci si affida al solo studio delle serie storiche dei dati incidentali, e quindi alle indicazioni contenute nei rapporti trasmessi dalle forze dell'ordine all'Istat. Ad oggi sto individuando una serie di dispositivi e tecnologie che possono venirmi incontro in questo aspetto.

2.2 Aspetti tecnologici

Buona parte dello scorso anno mi ha impegnata nello studio di metodologie e dispositivi idonei alla caratterizzazione dell'infrastruttura stradale sotto l'ottica della sicurezza. Un veicolo complesso e modulare come un MMS, in grado di produrre una serie di dati georiferiti in maniera speditiva sull'infrastruttura percorsa, è sicuramente uno strumento strategico.

La ricerca è stata orientata a definire delle soluzioni tecnologiche in grado di produrre flussi dati in grado di corrispondere alle esigenze conoscitive espresse dalla fase precedente di analisi del problema della sicurezza e gestione del patrimonio stradale.

2.2.1 Architettura hardware- software e sperimentazione in campo

Parte della ricerca ha interessato lo studio dell'architettura tecnologica di un veicolo ad alto rendimento stradale per l'acquisizione di dati georiferiti, e l'analisi una serie di composizioni modulari dello stesso, al fine di creare una piattaforma versatile in grado di acquisire set di dati che possano corrispondere al meglio alle esigenze informative per una gestione ottimale delle infrastrutture stradali.



Ricerca applicata: MMS



Figura 1: Esempio di veicolo MMS

Nello specifico mi sono occupata dello studio di sensori di varia natura per l'acquisizione di immagini o comunque dati con caratteristiche descrittive delle infrastrutture.

Ho analizzato il panorama dei possibili sensori installabili a bordo del veicolo, in relazione soprattutto all'attitudine delle diverse tipologie di dati acquisiti dai singoli sensori, a corrispondere a determinate esigenze informative e descrittive dell'infrastruttura stradale.

Altri criteri sono stati integrabilità a bordo del sistema, anche ai fini della modularità, e il rapporto costo benefici, sia in fase di installazione, sia in relazione al servizio e soprattutto la possibilità di legare il dato del sensore con la componente geografica dell'informazione.

I sistemi presi in considerazione comprendono:

- Laser scanner cinematico: dott. N. Bucceri
- Mini-Laser scanner prof. L. Iocchi
- Camera lineare: prof. A. Prati

La fase di studio ha avuto inizio con la consultazione di materiale bibliografico relativo a sperimentazioni di diversi sensori, per valutarne le prestazioni ed i campi applicativi, seguita da una rassegna di tipologie di sensori per valutare le prestazioni degli stessi.

Confrontando, a seguito di una prima parte di test, le esigenze consociative e le performance dei dispositivi in modalità cinematica a bordo del mezzo MMS, si è optato per orientare: il laser scanner in modalità cinematica per acquisire con dettaglio centimetrico alcune aree di particolare interesse, opere d'arte; il mini laser scanner per l'acquisizione di dati da cui ottenere la pendenza trasversale e ipoteticamente una caratterizzazione di macrorugosità.

La sperimentazione con camera lineare ha subito dei rallentamenti a causa della non disponibilità dell'hardware.

Il sistema di posizionamento del veicolo, composto dall'integrazione di GPS, IMU, ed odometro era già stato oggetto della ricerca nel corso del I anno, mentre in questo si sono approfondite le metodologie e le tecniche di restituzione dei dati, sia mediante fotorestituzione e sia analisi delle traiettorie.

Si riporta di seguito una sintesi delle attività sperimentali condotte.

Laser Scanner

Tale parte di sperimentazione è stata resa possibile attraverso la collaborazione con LTS srl, e sotto la guida del dott. Nuccio Bucceri.

Il sistema impiegato si compone di un sensore di scansione RIEGL *VZ-1000*, sincronizzato con camere ad alta risoluzione, sistema di ricezione GPS a doppia frequenza e sistema inerziale solidale, permettendo di ricostruire con precisione centimetrica la piattaforma stradale ed il contesto nel quale è inserita.

In uscita il sistema fornisce nuvole di punti 3D riferite solitamente al sistema WGS 84, con possibilità, in fase di post processing, di effettuare cambio di datum.

Il sistema è ottimizzato ed integrato con un pacchetto di software completo, che consente il controllo dell'esecuzione delle varie fasi, a partire dalla fase di calibrazione, la georeferenziazione ed il processamento.

La strumentazione consente l'acquisizione sia in modalità cinematica e sia in modalità statica per ottenere un dettaglio maggiore su alcune aree specifiche.

Si prevede di realizzare una campagna di rilievo sperimentale mediante sistema Laser Scanner 3D montato su veicolo ad alto rendimento, utilizzato in modalità elicoidale, per l'acquisizione delle caratteristiche di particolari opere d'arte o tratti di rete stradale di specifico interesse.

Il sistema infatti è strategico nel rilievo di opere d'arte come le gallerie, ove il livello di affidabilità di altre tecniche di acquisizione dati è più ridotto, o in presenza di particolari opere accessorie o intersezioni stradali caratterizzate da particolare complessità strutturali.

Il laser scanner montato sulla parte posteriore del veicolo, e orientato con angolazione tale da consentire l'acquisizione completa della sede stradale e delle sue pertinenze, scandisce l'area restituendo una nuvola di punti georiferita, permettendo la ricostruzione virtuale e la modellazione in 3D di tutto l'ambiente circostante (edifici, infrastrutture, marciapiedi, scarpate, ecc.) entro un centinaio di metri.

Laserscanner terrestre



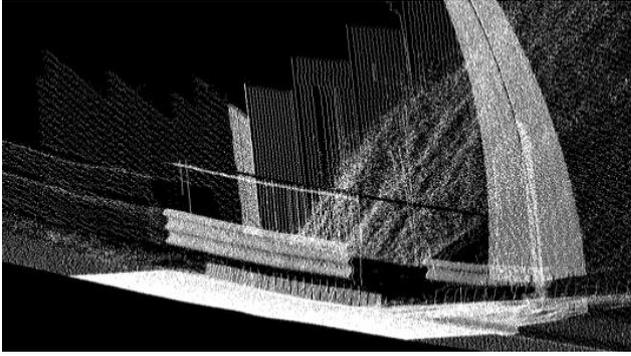
Attrezzatura maobile mapping system laser LTS.srl

Stato attuale della sperimentazione

Sono stati effettuati in una prima fase dei test di compatibilità tra il mezzo Mobile Mapping System GIOTTO e il laser scanner, che hanno interessato soprattutto l'accoppiamento e l'integrazione del sistema posizionale (particolare attenzione ha richiesto il dato della piattaforma IMU). Successivamente si sono effettuati dei test con il laser montato su un veicolo qualsiasi, realizzando un apposito supporto.

Successivamente sono stati effettuati dei test di rilievo in diversi ambiti stradali, variando anche la velocità di percorrenza del mezzo al fine di testare l'accuratezza e la precisione al variare di tale parametro.

Si sono accertate ottime prestazioni della strumentazione, totalmente in linea con quanto richiesto per uno studio approfondito delle infrastrutture nell'ottica della sicurezza stradale. Si è riscontrata infatti una accuratezza sul dato acquisito si circa 3 cm in modalità cinematica alla velocità di 50 km/h.



Particolare di arredo barriera fonoassorbente e di contenimento da modello 3D

Applicazioni

Grazie alla densità della nuvola di punti è possibile definire gli oggetti presenti sulla carreggiata con dettaglio elevatissimo, come tombini, barriere, arredi, che spesso non vengono censiti correttamente mediante fotoregistrazione.

Per quanto riguarda la caratterizzazione del manto superficiale, l'accuratezza centimetrica non consente il riconoscimento di microfessure, ma si può stimare il grado di ammaloramento su macro scala.

I dati invece risultano essere perfettamente idonei per il calcolo della pendenza trasversale e longitudinale, anche come confronto per il dispositivo mini-laser.

Procedendo in modalità stop&go, con stazionamento e successivo movimento del mezzo dopo l'ascensione, l'accuratezza è ancora più elevata.

Lo scopo di tale sperimentazione è quello da un lato di definire i limiti di questa metodologia di rilievo, e verificare la sua applicabilità nei casi studio di sicurezza stradale; si sta infatti valutando la possibilità di utilizzare lo strumento anche in presenza di particolari configurazioni della strada, quali rotatorie, in modo da ricostruirne un modello tridimensionale e valutare particolari aspetti:

- rispetto delle condizioni di visibilità
- corretta progettazione delle opere idrauliche

Sono in calendario test l'8 febbraio



Particolare di sottopasso da modello 3D

Mini Laser scanner

Questa parte di sperimentazione è resa possibile mediante il prof. Luca Iocchi della Sapienza di Roma.

Ulteriore fase di ricerca e sperimentazione è legata all'impiego di un mini laser scanner finalizzato allo studio di precisione della sede stradale, come per esempio per lo studio dell'andamento della pendenza trasversale e longitudinale, presenza di pertinenze in adiacenza della sede nelle loro caratteristiche geometriche e metrologiche.

Naturalmente gli obiettivi a base della sua implementazione sono del tutto diversi rispetto a quelli di un laser scanner tridimensionale in senso classico.

Il sensore laser è montato sulla parte posteriore del veicolo ad un'altezza di circa 2 m e rivolto verso il basso; mentre il veicolo è in moto sull'infrastruttura stradale il dispositivo è in grado di effettuare una scansione di tutta la sede con elevata precisione e risoluzione trasversale (ordine dei cm). La risoluzione longitudinale dipende dalla velocità del veicolo: per esempio, alla velocità di 50 Km/h si potrà acquisire una scansione ogni 35 cm circa, e considerando una risoluzione angolare di 0.25° possiamo avere a terra una distanza trasversale tra i punti di circa 2-5 cm.



Sensore installato sul veicolo

Il sensore utilizzato nella sperimentazione è il modello Hokuyo UTM-30LX, Caratteristiche rilevanti: alimentazione 12 V, portata 30 m, frequenza di scansione 40 Hz, angolo di vista 270°, risoluzione angolare 0,25° (1080 letture per scansione), interfaccia USB 2.0, data rate circa 172 Kbyte/s.



Sensore utilizzato per la sperimentazione

Il dispositivo, solidale con il mezzo in movimento, compie ed acquisisce delle scansioni della sede stradale, immagazzinando profili successivi della carreggiata, coprendo una sezione di circa 30 m.

La successione dei profili è acquisita mediante trigger dal sistema centrale di sincronizzazione del sistema posizionale del mezzo, e georiferito mediante lo stesso.

Dalla post elaborazione è possibile dedurre le caratteristiche geometriche dell'infrastruttura in termini di pendenza trasversale e longitudinale, analizzare in dettaglio gli elementi compositivi e di arredo della piattaforma stradale, e formulare analisi di indicatori sulle caratteristiche di macro-rugosità ed ammaloramenti del manto.

Il sensore si rivela strategico per lo studio di precisione della sede stradale nella sua parte superficiale, dell'andamento della pendenza trasversale e longitudinale, presenza di pertinenze in adiacenza della sede nelle loro caratteristiche geometriche e metrologiche.

E' evidente che, date le dimensioni ridotte dell'oggetto, i costi molto contenuti e il basso consumo energetico, si può considerare un dispositivo integrabile a bordo dell'architettura sensoriale dell'M. M. S. a fronte di buoni risultati sperimentali.

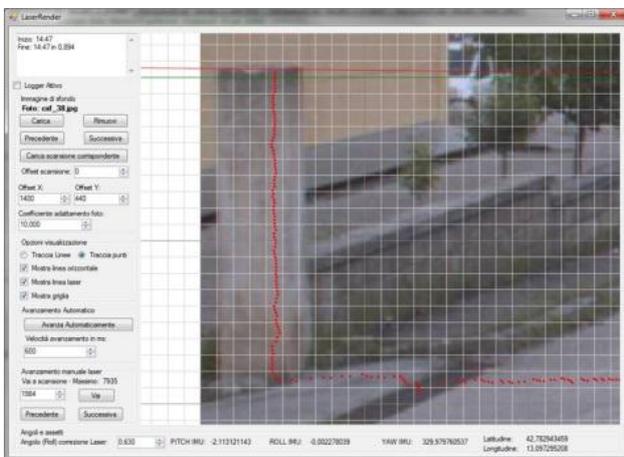
Stato attuale della sperimentazione

In una prima fase sono stati eseguiti dei test di compatibilità e sincronizzazione dell'acquisizione con il sistema principale di posizionamento del veicolo ad alto rendimento.

Contestualmente è stato messo a punto un software per la gestione del sistema.

Ad oggi è in corso una fase di sperimentazione e di testing per l'acquisizione e valutazione delle procedure in atto per dedurre la pendenza trasversale dai dati acquisiti, usando come parametri di calibrazione punti battuti con stazione totale e acquisiti con il laser scanner.

E' infatti in programma un test congiunto per l'8 febbraio 2013 che prevede di utilizzare i due laser solidali su unico veicolo.



Esempio misura elemento verticale con sovrapposizione foto

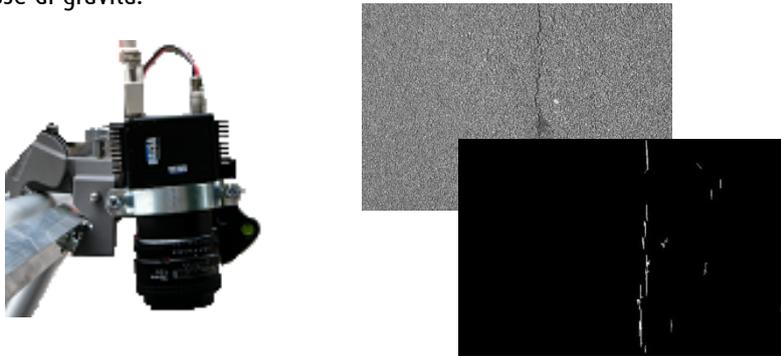
Camera Line scan

Questo aspetto della sperimentazione è in collaborazione con il prof. Andrea Prati dello IUAV; ad oggi questa attività è rimasta in fase progettuale poiché legata a difficoltà logistiche di disponibilità dell'hardware. Si prevede di realizzare una fase di acquisizione sperimentale mediante camera lineare Line scan, finalizzata all'analisi del quadro fessurativo del manto stradale mediante tecniche di analisi immagine. Sulla base di questo patrimonio informativo è possibile creare indici specifici per la caratterizzazione della pavimentazione (già previsti dalla normativa come ad esempio l'indice UCI (Unified Crack Index)).

Tale tecnologia è strategica per l'acquisizione di un quadro di dettaglio e completo sullo stato delle pavimentazione, al fine di predisporre interventi mirati ed un piano manutentivo adeguato.

Una o più camere lineari (line scan) sono montate posteriormente al veicolo su un apposito sostegno, ad un'altezza tale (circa 2.20 m) da garantire una finestra di acquisizione a terra sufficientemente ampia per la finalità del rilievo.

I dispositivi acquisiscono in continuo le immagini della pavimentazione, che vengono gestite ed archiviate mediante apposito software che consente il georiferimento delle immagini nello spazio mediante il sensore odometrico (Odometro di precisione esterno Corrsys Datron WPT), da cui effettuare poi il georiferimento puntuale in termini di coordinate spaziali tridimensionali. Mediante apposito software basato su algoritmi di image detection è possibile definire la percentuale di ammaloramento presente sull'immagine e definirne la classe di gravità.



Sensore utilizzato e immagine acquisita elaborata

Dall'analisi della letteratura specifica di settore ho riscontrato molti esperimenti e dispositivi commercializzati che basano il loro funzionamento sull'accoppiamento laser e line cam. A questo proposito vorrei provare l'integrazione tra il sensore mini laser a line scan per ottenere un indice migliore del quadro fessurativo: il mini laser ha delle tolleranze ben inferiori rispetto all'analisi dell'immagine, quindi per la caratterizzazione stradale potrei pensare di inserire il dato immagine solo laddove il laser riscontra anomalie.

Stato attuale della sperimentazione

La prima fase di attività ha riguardato il test delle apparecchiature e una fase preliminare di sperimentazione degli algoritmi di image recognition applicati alle immagini acquisite.

Ad oggi l'attività è ancora in fase di progettazione.

2.2.2 *Trattamento dati traiettografici*

Buona parte dl semestre è stata occupata dall'analisi dei dati (immagini georiferite) acquisiti in fase di rilievo con veicolo MMS GIOTTO di Omnigis srl. Tale attività ha riguardato due tipologie di studio in particolare: da un lato l'analisi del patrimonio fotografico acquisito dal set di camere e in parte l'analisi delle traiettorie ai fini della ricostruzione geometrica dell'asse e la costruzione del grafo di rete.

Ho avuto modo di testare algoritmi esistenti, alcuni dei quali realizzati da me in precedenti fasi di studio, valutarne l'affidabilità ed apportare le dovute modifiche. Di seguito una descrizione delle metodologie adottate e un'analisi critica dei risultati.

Analisi del dataset fotografico con tecniche di restituzione fotogrammetrica.

Al di fine di realizzare una caratterizzazione della rete stradale è necessario estrarre una serie di informazioni mediante una procedura di censimento delle pertinenze stradali attraverso post elaborazione del repertorio fotografico georiferito acquisito in fase di rilievo alto rendimento.



Esempio di attività di censimento

Come prima attività ho definito una serie di caratteristiche geometriche e funzionali orientate alla caratterizzazione della rete nell'ottica della sicurezza stradale:

1. Sezione dell'elemento stradale
2. Corpo stradale
3. Ponti, viadotti e sottopassi
4. Dispositivi di ritenuta
5. Impianti di illuminazione

6. Accessi
7. Cippi o segnali chilometrici
8. Pavimentazione
9. Alberature
10. Impianti semaforici
11. Segnaletica (orizzontale e verticale)
12. Cartellonistica pubblicitaria

I criteri utilizzati per il censimento delle pertinenze sono stati scelti al fine di massimizzare l'estrazione del potenziale informativo dal repertorio fotografico georiferito a base della procedura post elaborazione, prendendo a riferimento le normative vigenti in materia di progettazione stradale (DM 5-11-2001- "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade") , redazione del Catasto stradale (DM 1-6-2001 "Modalità di istituzione ed aggiornamento del Catasto delle Strade") aspetti funzionali e gestionali (D.Lgs 30 aprile 1992 n. 285 "Nuovo Codice della Strada")

L'attività di restituzione e censimento è rivolta alla caratterizzazione delle pertinenze presenti attraverso:

- localizzazione degli oggetti riconoscibili a video e oggetto di censimento lungo i percorsi effettuati, finalizzate a descrivere la posizione in un sistema di riferimento globale (WGS 84 o Gauss Boaga).
- misurazione di distanza geometrica lungo i percorsi effettuati, volte a descrivere l'estensione ed eventuali caratteristiche geometriche dei vari elementi stradali.

Tali attività sono state possibili grazie alle tecniche di restituzione fotogrammetrica alla base del processo. Ho provveduto infatti al controllo ed alla validazione dei risultati ottenuti mediante software ed alla successiva correzione ed adeguamento di fattori intrinseci al processo, legati anche alle fasi di calibrazione ed allestimento del sistema.

Ricostruzione geometrica dell'asse e realizzazione del grafo di rete

Un'attività che ha assorbito particolarmente la mia attenzione è stata quella della ricostruzione della geometria d'asse a partire dai dati posizionali del veicolo MMS.

Ho infatti avuto modo di realizzare una metodologia completa a partire da uno studio che avevo iniziato in fase di tesi, valutarne l'attendibilità e testarlo su una mole di dati statisticamente significativa.



Schematizzazione della ricostruzione planimetrica dell'asse stradale

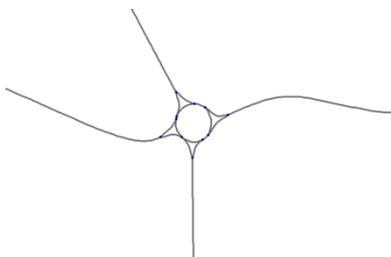
La procedura si articola in step successivi:

-definizione dell'asse a partire dalle traiettorie (Andata e Ritorno) percorse dal veicolo; si tratta di sequenze di punti nello spazio (acquisite in wgs84 e poi convertite in Roma40 cartografiche) ordinati, acquisiti a passo pressoché costante. Per la definizione dell'asse stradale si sono seguite le prescrizioni del DM 5-11-2001.

-riconoscimento geometrico degli elementi costituenti il tracciato stradale sull'asse ricostruito.

Tale attività è stata svolta mediante una procedura basata sul criterio di regressione ai minimi quadrati in grado di identificare le primitive di progettazione (rettifilo, circonferenza e curve di transizione) lungo un tracciato stradale.

-costruzione del grafo di rete, costituito da una struttura topologica ad archi e nodi, ottenuta per elaborazione dei tracciati stradali (sequenza dei punti di rilievo nei due versi di percorrenza), al fine di ricostruire gli assi geometrici delle carreggiate (archi 3D), le giunzioni (nodi 3D).



Schema di una intersezione a rotatoria nel grafo di rete

Indicatore di rischio

Ho collaborato inoltre alla realizzazione di un indicatore di rischio, in cui confluiscono sia gli altri strati informativi derivanti dalla post elaborazione del rilievo stradale, e sia altri giacimenti informativi.

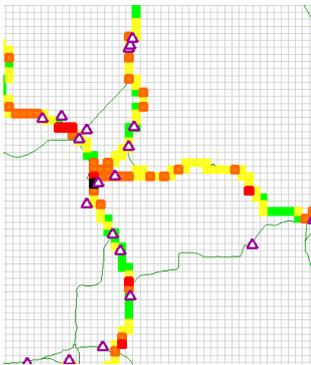
La base geografica dell'indicatore è rappresentata dal grafo di rete, su cui si innestano i risultati di una fusione, realizzata secondo un sistema di pesi, degli altri strati informativi.

Lo scopo è quello di rendere evidenti le tratte in cui c'è una evidente concomitanza di situazioni che possono innescare situazioni di pericolo, legate ad aspetti intrinseci alla rete.

Vengono inoltre visualizzati i dati incidentali, in modo da rendere evidenti le aree in cui da potenziale situazione di rischio, si sia verificato l'evento dannoso.

Gli strati informativi derivanti da tali attività sono stati integrati per costruire un indicatore di pericolosità

Ad oggi è stata proposta una prima versione di indicatore all'interno del progetto di Rovigo, tuttavia la letteratura reperibile offre già molti spunti per una migliore taratura dello stesso.



Indicatore di pericolosità della rete

2.3 Prossimi sviluppi

L'attività svolta durante l'anno è stata gran parte legata all'indagine di soluzioni tecnologiche orientate alla soluzioni di problematiche conoscitive.

Nel prossimo semestre di dottorato, intendo continuare l'attività sperimentazione dei dispositivi integrativi della piattaforma di acquisizione, valutandone a monte l'applicabilità e ipotizzare casistiche specifiche di impiego

per valutarne l'apporto ai fini della caratterizzazione della rete nell'ottica della sicurezza.

E' di mio interesse riuscire a collezionare un dataset completo con i dati provenienti dai diversi sensori, ai fini di valutare operativamente il reale valore informativo dei diversi prodotti di rilievo. Tale percorso è propedeutico alla realizzazione di un veicolo modulare in grado di corrispondere al meglio alle diverse esigenze di rilievo.

Passo successivo è quello di capire come al meglio integrare i dati per ottenere modelli aderenti alla realtà, in grado di fornire un livello di dettaglio ed accuratezza in linea con le esigenze di conoscenza espresse, contribuendo alla formazione di un quadro di conoscitivo di base propedeutico ad una corretta gestione della rete stradale.

In questo modo è possibile caratterizzare il grado di manutenzione e sicurezza di una infrastruttura stradale.

E' evidente che per avere un quadro completo manca ancora l'informazione sul comportamento dell'utente alla guida, la percezione delle utenze.

Infatti, all'interno di un approccio olistico, che inquadri la rete stradale nell'ottica della sicurezza stradale, non si possa prescindere da una caratterizzazione del territorio sotto l'aspetto sociologico e la componente di condivisione, inserita anche all'interno di un'ottica wiki.

Fase importante del lavoro potrebbe essere quella di progettare un sistema informativo web oriented, in grado di gestire i flussi informativi originati sia dalle piattaforme di acquisizione stradali, con determinati tempi di aggiornamento, sia flussi provenienti da diversi attori, prevedendo l'apporto anche degli utenti attraverso i loro dispositivi portatili, sia per eseguire delle segnalazioni di disservizi e anomali, ma anche come sensori attivi dei flussi di traffico mediante tecnologie *LBS* Land Based Services. Una struttura del genere potrebbe incontrare il favore di diverse Amministrazioni che riconoscono nel Catasto delle Strade, per come ad oggi è concepito, uno strumento troppo rigido e faraonico.

Dall'altro lato i servizi offerti dal sistema sono orientati all'infomobilità, condividendo con le utenze aggiornamenti sulle condizioni di traffico e alla segnalazione di eventuali disservizi alle utenze, sfruttando diversi canali comunicativi, e dall'altro forniscono ai gestori uno strumento di gestione basato sulle più recenti tecnologie *ICT*.

Piattaforma di condivisione

Per affrontare tali tematiche ho approfondito studi in materia di sicurezza stradale, analizzato i progetti esistenti e la relativa normativa, che sono i pilastri per la realizzazione di uno strumento efficace da sotto questo punto di vista.

Il quadro sulle attività che intendo proseguire nel corso del dottorato sono frutto dei consigli del responsabile scientifico prof.L. Di Prinzio e del tutor per la ricerca ing. C. Palermo.

3 IDEA DI PROGETTO DI RICERCA

3.1 Obiettivi del progetto di ricerca

All'interno del quadro dei temi specifici legati alla mobilità ed alle infrastrutture stradali, e delle esperienze esplorate e studiate in questi due anni, credo che il tema che possa esprimere al meglio il contributo delle nuove tecnologie in genere sia quello della Sicurezza stradale in un'ottica Smart di mobilità orientata alla Safety.

In linea infatti con quanto promosso dagli orientamenti Europee in materia di Safety ritengo che le nuove tecnologie, declinate sia nel segmento della caratterizzazione e dello studio delle infrastrutture e sia in quel rilevamento della condotta di guida degli utenti ed infomobility possa avere un ruolo strategico per il raggiungimento di un drastico abbattimento del numero e gravità degli incidenti sulla rete stradale.

Al fine di inquadrare a pieno il fenomeno dell'incidentalità ed analizzare le cause che lo sottendono è necessario un approccio olistico sui tre elementi della sicurezza stradale: infrastrutture/veicoli/utenti.

L'obiettivo generale della tesi vuole essere quello di realizzare una metodologia in grado di analizzare i rapporti di casualità tra incidenti e condizioni ambientali ed infrastrutturali, al fine di individuare i potenziali fattori di rischio e quelli già espressi, mediante l'apporto delle nuove tecnologie sia in fase di indagine e sia di monitoraggio del progetto, comprendendo gli aspetti comportamentali degli utenti alla guida.

Lo studio prevede a questo scopo l'integrazione di diverse informazioni in grado di caratterizzare i fenomeni, e quindi prevedere e sperimentare una serie di tecnologie in grado di sopperire alla necessità di informazioni specifiche.

Sul versante Infrastrutture l'obiettivo è quello di mettere in luce, laddove siano stati individuate concentrazioni di eventi incidentali (black Spots) analisi specifiche correlate alla tipologie di incidente.

Fase successiva consiste nella identificazione di una serie di interventi migliorativi orientati alla mitigazione del fenomeno, con catalogazione e classificazione su criteri di efficacia e costi (in letteratura esiste qualche caso studio pilota).

Lato utente è interessante capire la percezione che egli ha del tracciato stradale, e soprattutto dove viene a vacillare la funzione di guida della strada.

Questi aspetti sono molto importanti per identificare potenziali situazioni di rischio, e in questo segmento è auspicabile l'utilizzo di dispositivi di telemetria su un campione rappresentativo di veicoli.

Il prodotto di tale analisi può essere espressa mediante indicatori specifici sui diversi aspetti del tema, confrontati mediante una serie di attività ed analisi condotte in parallelo con degli esperti del settore, come Safety Auditors.

3.2 Sistema dei valori- macro aree

I principali effetti di un sistema orientato alla sicurezza può produrre diversi risultati:

Analisi delle condizioni di insicurezza, Consapevolezza dei rischi e dei fattori che lo generano, Consigli e buone pratiche di gestione, Diffusione e sensibilizzazione delle utenze.

3.3 Attori coinvolti

I soggetti coinvolti in un progetto sulla sicurezza stradale sono molteplici:

Gestori della rete, Forze dell'Ordine, Comuni, Province Regioni, Associazioni di professionisti e progettisti, Categorie di lavoratori del settore, Utenti, cittadini.

3.4 Contributo tecnologico

L'apporto delle Nuove Tecnologie può rivelarsi sostanziale in diverse fasi del progetto. Al fine del lavoro si vuole progettare una metodologia che sfrutti diverse tecnologie, e possibilmente giungere alla fase di prototipazione del sistema o di alcune delle sue parti.

Piattaforme di acquisizione dati in fase di rilievo e monitoraggio delle condizioni della strada e dei flussi di traffico.

Sistemi di monitoraggio on board

Architetture per la gestione dei dati

Piattaforme web oriented per la condivisione e la partecipazione

3.5 Prospettive e possibili risultati attesi

L'obiettivo operativo del lavoro è quello di creare sia un quadro di riferimento sul tema, e sia, sulla base di quanto acquisito, progettare una metodologia, per l'analisi del fenomeno dell'incidentalità, sotto i diversi aspetti progettuali. L'obiettivo è quello di raggiungere almeno una fase di progettazione spinta o prototipale, per ogni parte delle componenti del sistema.

3.6 Attività svolte ai fini del progetto

3.6.1 Attività di ricerca

Ad oggi è stata portata avanti ed è in corso una fase di indagine sia dei presupposti teorici e normativi alla base del tema della sicurezza stradale.

Sto inoltre attingendo da diversi progetti (ex IN-SAFETY <http://www.insafety-eu.org/>) che trattano del rapporto delle problematiche della Safety in relazione al contributo delle nuove tecnologie.

Contemporaneamente sto cercando di fare una rassegna delle figure che a vario titolo giocano un ruolo attivo, sul canto della progettazione gestione di interventi di sicurezza, approfondendo la figura dei Safety Auditor, con la possibilità di collaborare con un rappresentante di essi , ing. Raimondo Polidoro.

3.6.2 Attività di sperimentazione

Ai fini della ricerca è fondamentale il percorso di studio ed sperimentazione di tecnologie orientate al mobile mapping condotte durante il secondo anno.

Ad oggi sono in atto delle campagne di acquisizione sperimentali con sensori laser che potranno verosimilmente giocare un ruolo fondamentale e apportare un contributo molto innovativo al progetto.

3.6.3 Attività di formazione e autoformazione

A tal proposito sto cercando di acquisire le competenze necessarie per capire le potenzialità della strumentazione e capire il grado di utilità rispetto alla problematica trattata, mediante lo studio anche di casi studio analoghi.

Ho seguito la parte del PW de Master in SIT e TLR dedicata al sensore Laser.

4 ATTIVITÀ COLLATERALI

4.1 Sicuri sulle strade- Osservatorio sulla Sicurezza Stradale in provincia di Rovigo

Nel corso del primo semestre del secondo anno di ricerca ho avuto la possibilità di partecipare allo sviluppo dell'Osservatorio sulla sicurezza stradale in Provincia di Rovigo.

Osservatorio Sicurezza Stradale Rovigo



<http://www.ricercasit.it/OsservatorioRovigo/content.aspx?page=47>

<http://sicurezzastradale.provincia.rovigo.it/geoweb/>

L'Osservatorio per la Sicurezza Stradale è un'iniziativa della Provincia di Rovigo, realizzata in collaborazione con lo IUAV, che si inquadra all'interno di uno scenario più ampio, condiviso e coordinato a partire dai livelli europeo e nazionale, finalizzato alla individuazione di best practices, alla promozione e organizzazione di attività necessarie alla riduzione del fenomeno dell'incidentalità stradale e alla mitigazione dei fattori di rischio presenti sulle infrastrutture per la viabilità.

Il mio contributo ha interessato la parte progettuale sia sotto il versante della progettazione del rilievo, specifiche tecniche del veicolo ad alto rendimento per le campagne e monitoraggio dello stesso, e sia la parte inerente la sicurezza stradale, l'analisi delle best practices e della letteratura esistente per la definizione di indicatori sintetici caratterizzati l'infrastruttura stradale.

Ho seguito inoltre la fase di restituzione dati fotogrammetrici, tenendo in collaborazione con OmniGIS e L.T.S. , un corso intensivo di formazione per i restitutori. Ho inoltre provveduto all'elaborazione dei dati derivanti dall'apparato traiettografico ai fini della costruzione del grafo a caratterizzazione geometrica.

Ad oggi sono membro del team per i rilievi sperimentali laser cinematici con il dott. Nuccio Bucceri.

4.2 Sito Scuola di Dottorato NT&ITA

Negli ultimi mesi ho collaborato con i dottorandi ed in particolare con Niccolò Iandelli e Silvia Rebeschini per un aggiornamento radicale del sito internet della scuola di Dottorato NT&ITA.

Principalmente ho contribuito alla progettazione ed organizzazione dei contenuti e della struttura del sito, alla definizione di modelli e standard da seguire per i profili personali e pagine di presentazione varie (Dottorandi, Dottori, Collegi).

Ho contribuito anche alla scelta della veste grafica del sito.



5 ATTIVITÀ DI STUDIO E FORMAZIONE

5.1 Formazione e autoformazione

Durante il secondo anno di dottorato ho preferito articolare la mia formazione su diversi livelli paralleli:

- Ricerca di base
- Ricerca applicata

Ricerca di base

Una prima parte della mia attività è stata occupata da ricerca di base, finalizzata ad acquisire ed accrescere nozioni prettamente teoriche, parti delle quali sottendono il funzionamento di diversi apparati tecnologici indispensabili per l'acquisizione di dati per il monitoraggio e l'indagine ambientale, altre definiscono metodologie e teorie di analisi di fenomeni.

Ricerca di base

Tra i diversi argomenti ho esaminato :

- Principi di fotogrammetria e analisi di immagini,
- Sistemi di posizionamenti GPS e IMU
- Laser
- Cartografia
- Data base
- Road Safety e teoria e gestione dei flussi di traffico

Molti di questi argomenti sono stati propedeutici alle fasi di sperimentazione e trattamento dati a cui ho preso parte nel corso delle mie attività.

Contemporaneamente ho ritenuto opportuno approfondire, mediante lo studio di normative e letteratura di settore, i criteri generali e i principi inerenti il tema della sicurezza stradale.

Ricerca di applicata e strategica

Tale attività ha impegnato la maggior parte della ricerca, poiché parte integrante anche di progetti paralleli in cui sono stata coinvolta, oltre che ad essere il fondamento di gran parte della ricerca fino ad oggi condotta.

Ricerca applicata

Ho ritenuto fondamentale documentarmi in maniera approfondita sugli apparati presenti su veicoli ad alto rendimento stradali, al fine di analizzare il loro funzionamento e acquisire le competenze necessarie per attuare una valutazione sugli strumenti tecnologici e sulla qualità dei dati a mia disposizione

per la ricerca. Per fare questo ho integrato una fase di ricerca sui singoli apparati, sulla tecnologie su cui si basano sia mediante letteratura di settore, sia mediante una ricerca di base strategica volta ad analizzare le best practices del settore del Mobile Mapping stradale e dei rilievi laser.

Lo scopo di questa fase di ricerca, ad oggi ancora in atto, è quella di individuare le migliori metodologie di integrazione dei diversi hardware a bordo del veicolo, con lo scopo di definire una piattaforma modulare, in grado di soddisfare diverse esigenze conoscitive della rete e del territorio circostante.

A completamento della fase precedente, in cui mi sono concentrata sul sistema di posizionamento, ho approfondito argomenti di fotogrammetria e acquisizione dati mediante scansioni laser, al fine di poter valutare il loro apporto finalizzato alla caratterizzazione geometrica e funzionale della rete stradale.

Tale fase di ricerca ha compreso anche una fase esplorativa dei diversi software di trattamento dei dati presenti sul mercato, e una folta ricerca bibliografica sulle metodologie scientifiche e algoritmi per la ricostruzione della sede stradale, attraverso l'integrazione dei dati acquisiti dai diversi sensori.

5.2 Seminari e conferenze della scuola di dottorato

Parallelamente ho avuto modo di partecipare a diversi seminari organizzati dalla Scuola di Dottorato e dai miei colleghi:

- “Da ambiente a paesaggio”, Antonio Buggin, 20 gennaio 2012.
- “Wikicrazia, le frontiere delle politiche pubbliche collaborative al tempo della crisi”, Alberto Cottica, 23 gennaio 2012
- “Elaborazioni di immagini e video per l'estrazione della conoscenza”, Andrea Prati, 26 gennaio 2012
- “Geo-FreeDOM: impatti di Free, Digital, Open, Mobile sul business geomatico, tendenze evolutive e prospettive future. Parte 1: il concetto di Free”, Paolo Dosso, 12 aprile 2012.
- “Rischio idrogeologico e idraulica urbana”. G. La Loggia (Università di Palermo), 14 giugno 2012.
- “Sistemi di rilievo 3D avionici e terrestri”. N. Bucceri (LTS/Uni Sky Srl), 14 giugno 2012.
- “Design e riduzione alla fonte dei rifiuti”. M. Chiapponi, 20 settembre 2012.
- “Governare l'incertezza nella società del rischio”, S. Morini, 20 settembre 2012

- “Filiere corte, territorio e agroalimentare”. G. Piazza, 27 settembre 2012.
- “Open Gis”. N. Iandelli, 27 settembre 2012.
- “Cloud computing & PA”, M. Vianello, 04 ottobre 2012.
- “Termomapping”. N. Bucceri, 04 ottobre 2012
- “Reti sociali e modelli wiki” A. Cottica, 18 ottobre 2012
- “Tecnologie GeoDBMS per l'organizzazione e il processamento dei dati geografici”, G.Borga , 04 ottobre 2012
- “Esperienze di costruzione di quadri di conoscenza per la nuova pianificazione a scala locale della riforma urbanistica pugliese”. Prof. N. Martinelli, 27 novembre 2012.
- “L'utilizzo di tecnologia RFID come strumento di indagine delle reti sociali all'interno delle aziende”, M. Barzotto, 13 dicembre 2012.
- “La piattaforma City Knowledge”, F. Carrera, 17 dicembre 2012.

5.3 Altri seminari e conferenze

- Festival della Scienza Genova 30 ottobre 2012-
“Big data tsunami - dell'informazione in una società basata sulla conoscenza “
 Relatori: Mario Rasetti, Agostino Ragosa
 La conferenza evidenziava l'importanza della mole di dati prodotta quotidianamente da ognuno di noi. Se da un lato si rimane strabiliati dall'ordine di grandezza di dati prodotti, dall'altro è affascinante immaginare quali utilizzi e quali informazioni si possano desumere da tali quantità di dati. Ad oggi questi meccanismi sono incastrati in meccanismi burocratici che rallentano la creazione di nuovi servizi e la possibilità di analizzare e comprendere i comportamenti sociali.
- SIIV Roma MMXII Società Italiana Infrastrutture Viarie- 31 ottobre 2012
Sustainability of road infrastructures- SESSION Safety
 Chairman Prof. A. Ranzo - Sapienza Università di Roma Wednesday
 General Reporter Prof. T. Tollazzi - University of Maribor
 Ho partecipato a questa sessione congressuale con grande interesse, ho avuto modo di analizzare e confrontarmi con diversi approcci di studio innovative legati alla sicurezza stradale, sia per la fase di progettazione

che di gestione delle infrastrutture.

Quello che ho notato è stato una carente attenzione nei confronti delle nuove tecnologie in genere, e soprattutto nei confronti di un approccio multiattoriale, che nei casi più lungimiranti tendeva comunque ad escludere un approccio di tipo partecipativo.

- Workshop Asphaltica , Padova 23 novembre 2012

Strade intelligenti: più sicurezza e sostenibilità

Il workshop ha dato lo spunto per una riflessione sul tema della sicurezza stradale, dando il punto di vista da diversi attori, rappresentati dai diversi speakers.

Dalla tavola rotonda sono emerse sia visioni più tradizionali, guidate da criteri economici e gestionali, e sia visioni più innovative e Smart, con approccio più collaborativo ed orientato all'impiego di nuove tecnologie. E' emerso infatti, specialmente nelle parole dell'ing Polidoro un'attenzione particolare all'applicazione delle tecnologie informatiche alla mobilità, grazie alla diffusione di sensori e acquisizione di dati dagli automobilisti.

- Sistemi informativi per la Sicurezza Stadale- UniCal Cosenza, 16-18 gennaio 2012

Corso Road safety auditor

Ing. Raimondo Polidoro TMS Italy

Il corso, inserito in un corso di specializzazione annuale post lauream, ha lo scopo di introdurre all'attività di Safety Auditor. Nelle lezioni che ho avuto modo di frequentare sono stati presentate la filosofia, i principi e le tecniche di Safety Audit.

5.4 Speech conferenze e pubblicazioni

Nel corso del 2012 ho cercato di prendere parte a qualche manifestazioni in linea con i miei temi di ricerca, in modo da delineare un quadro degli interlocutori e delle problematiche individuate da vari studi del settore.

5.4.1 Workshop

- Il manifesto per la città intelligente" presso il Vega, 13 aprile 2012.

“Nuove Tecnologie e Intelligent Transport System”

Relatore A. Ragnoli

<http://www.youtube.com/watch?v=ipN-6Xnuwi4>

- Festival della Scienza Genova 29 ottobre 2012-

“Città Intelligenti ”

Relatori: E. Donetti, A. Ragnoli , M. Malaspina

Il contesto molto particolare del festival mi ha dato l’occasione di confrontarmi con professionisti che lavorano nel mondo della città intelligente. Il mio intervento era inserito all’interno di un programma orientato al dialogo e confronto tra professionisti e ragazzi , fornendomi la possibilità di trasmettere l’importanza delle ITC nel contesto delle smart city.



<http://futuroprossimo.festivalscienza.it/site/home/calendar.html>

5.4.2 Seminari

- Seminari Provincia Venezia, Venezia 27 novembre 2012
“Mobile Mapping System ”-Strumenti e tecniche per l'acquisizione e la restituzione di informazioni georiferite finalizzate alla caratterizzazione delle infrastrutture viarie, nell'ottica della sicurezza stradale.

Relatore: A. Ragnoli



<http://www.ricercasit.it/seminarive/13-settembre-2012/antonella-ragnoli.html>

5.4.3 Pubblicazioni

- Collaborazione al Periodico IUAV – n.121 Sicuri sulle strade. Conoscere per prevenire dalla incidentalità alle misure di mitigazione del rischio

La pubblicazione è la sintesi delle attività svolte per la realizzazione dell'Osservatorio sulla sicurezza stradale in provincia di Rovigo.



<http://www.ricercasit.it/OsservatorioRovigo/Content.aspx?page=70>

- SIIV Roma MMXII Società Italiana Infrastrutture Viarie -Sustainability of road SESSION Safety.

Poster e paper:

"Procedure to determine the geometry of road alignment using GPS data" P.Di Mascio, M. Di Vito, G. Loprencipe, A. Ragnoli



<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281204431X>

6 SUPPORTO ALLA DIDATTICA

L'opportunità di offrire supporto alla didattica all'interno dei diversi corsi legati alla filiera NT&ITA ha rappresentato senza dubbio occasione di crescita per la mia formazione. Ho avuto modi di partecipare alla didattica sia tenendo seminari di approfondimento, sia seguendo alcuni studenti nella fase di tesi.

Nello specifico Nel corso del dottorato l'attività di supporto alla didattica svolge un ruolo formativo importante e in particolare nel primo anno di dottorato ho effettuato le seguenti attività di docenza:

- Tutor nel laboratorio progettuale IUAV sul tema *Infomobility-Sistema della mobilità "sicura " in territorio montano*, del Corso di Laurea Magistrale in SIT&TLR dell'Università IUAV di Venezia, a.a. 2011-2012, prof. M. da Dalt. Fondazione per l'Alta Cultura in Provincia di Belluno. 2011.
- Master Sit II Tutor Project Work – Infomobility a.a. 2011/2012 prof. M. Da Dalt.

Contemporaneamente ho seguito alcuni studenti nell'elaborazione delle loro tesi di laurea, che avevano scelto come tema argomenti affini al mio filone di ricerca. Anche questa è stata un'ottima occasione per approfondire alcune tematiche e per creare delle metodologie di analisi di alcuni dati disponibili. Seguendo tale approccio ho seguito due tesi per la Laurea Triennale in SIT, e nello specifico:

- "Smart Mobility: sistemi di infomobilità per la mobilità", A. Pizzolato.
- Ad oggi sto seguendo la tesi di laurea Magistrale di Ginevra Iorio. Le tematiche trattate riguardano la valorizzazione e la gestione con metodi ICT di percorsi per mobilità lenta entro il Parco del Lambro.

7 BIBLIOGRAFIA

NORMATIVA

LIBRO BIANCO, Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti, Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile, COM (2011) 144

LIBRO BIANCO La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte, Commissione delle Comunità Europee, Bruxelles 2001.

LIBRO VERDE Verso una nuova cultura della mobilità urbana, Commissione delle Comunità Europee, Bruxelles 2007.

Decreto Legislativo 30/4/1992, n. 285 "Nuovo codice della strada"

DIRETTIVA 2008/96/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 novembre 2008 sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali

LETTERATURA e TESTI SCIENTIFICI

A. Kukko, C.O. Andrei, V.M. Salmien, "Road Environment mapping system of the finnish geodetic institute".

John W. Baugh Jr., Associate Member, ASCE, and GopalaKrishna Reddy Kakivaya, "Finite state verification of Intelligent Transportation Systems", Journal in computing in civil engeneering Vol14 n1

L. Minotti, "L'importanza delle nuove tecnologie per migliorare il sistema dei trasporti", pag.21-23, IMPRESA & STATO n.82, 2008.

AA.VV. "Monitoraggio delle caratteristiche e delle azioni del traffico veicolare per il progetto e la manutenzione delle pavimentazioni stradali", Comitato Tecnico C42, VXX Convegno Nazionale della strada, AIPCR.

AA.VV. "Metodologie e criteri per la gestione del patrimonio stradale", Comitato Tecnico D1, VXX Convegno Nazionale della strada, AIPCR.

Caroti ,Piemonte ."Ricostruzione 3d della sede stradale da scansioni laser realizzate in movimento".

G. Sigillato. "Mobile mapping system x il catasto delle strade"

W. Cheng T Hassan N. El Sheimy M.Lavigne,"Automatic road vector extraction for mobile mapping system".

L. Colombo, B. Manara,"Terrestrial laser scanning . How it works and what it Does."

Nguyen, Avila, Begot. "Automatic detection and classification of defect on road pavement using anisotropy measure"

Introduzione ai Mobile Mapping Vehicles (MMV) -D.Visintini,F.Crosilla

Test di precisione di un veicolo rilevatore- A.Varini, G. Forlani, R. Roncella

Georeferenziazione fotogrammetrica automatica in applicazioni Mobile Mapping- R.Roncella, G. Forlani, A. Varini

Esempio gis per una migliore fruizione da parte degli operatori dei dati grezzi in output da un mms *G.Caroti, *A.Piemonte -Convegno siftec 06/2007

A.A.V.V. "Advances in Mobile Mapping System".

Si sono riportate le pubblicazioni consultate , ritenute più significative ai fini della ricerca.

8 SITOGRAFIA

<http://www.aipcr.it/DesktopDefault.aspx>

<http://www.insafety-eu.org/>

http://www.adharasys.com/uniams_analyze_info.html

http://www.dicam.unibo.it/DICAM/Ricerca/Progetti+e+attivita/TOPOGRAFIA+E+GEOMATICA/tecniche+di+rilievo+integrate/Mobile_Mapping_Systems.htm

<http://www.lasersensorapplications.com/2009/10/laser-based-alignment-system/>

<http://www.fondazionepolitecnico.it/pagine/Fondazione-Politecnico-Cosa-facciamo-Progetti-Realizzati-Infomobilita-e-logistica.aspx>

<http://www2.ing.unipi.it/~a011215/publications.htm>

<http://www.pavemetrics.com/en/lcms.html>

<http://www.geoautomation.be/index.html>

<http://www.ttsitalia.it>

<http://www.franzrusso.it/condividere-comunicare/icity-rate-ecco-la-classifica-delle-citta-italiane-piu-smart/>

9 ABSTRACT

9.1 Smart & Safe Mobility

La dirompente diffusione del web nella vita quotidiana e il dilagante entusiasmo nei confronti della tecnologia hanno favorito meccanismi collaborativi supportati dalla rete segnato la nascita di una nuova conoscenza collettiva, che, maturando nel tempo, ha innescato una vera rivoluzione culturale in grado di modificare il nostro vivere quotidiano.

Sta maturando infatti un nuovo modello di città, "Smart City", che non si limita all'organizzazione territoriale in servizi ed infrastrutture finalizzate al soddisfacimento di necessità in maniera settoriale e top down, ma una concezione di spazio urbano vivo, collaborativo ed integrato nei suoi vari aspetti, che vede in un sistema olistico ed articolato la risposta alle esigenze dei cittadini, in un'ottica di tutela ambientale, sviluppo sostenibile e innalzamento degli standard qualitativi di vita.

E' evidente il ruolo strategico delle ICT, delle nuove risorse tecnologiche disponibili nei settori delle comunicazioni ed e dell'ingegneria, in grado di rendere "sensibile" la città e utilizzare in maniera strutturata il patrimonio informativo derivante dal continuo flusso di dati; ma la rivoluzione preponderante è legata al mutamento culturale che invita alla cooperazione cittadini ed Enti territoriali per una nuova governance, e promuove la condivisione di informazioni per il raggiungimento di una gestione intelligente della città.

Tra le tematiche principali legati alla Smart City ha un ruolo importante, proprio per la trasversalità con cui coinvolge i cittadini, la Smart Mobility: un nuovo modo di esercitare il proprio "diritto allo spostamento" in maniera sicura, sostenibile, intermodale e collaborativa.

Il tema della mobilità all'interno del nuovo paradigma è declinabile in " Smart Vehicles on Smart Road".

Lo scopo è quello di rendere le infrastrutture intelligenti, cioè in grado di scambiare flussi informativi da un lato con gli attori preposti alla gestione della rete, e dall'altro lato con i veicoli che la percorrono. Tale percorso risulta inaccessibile se si trascura una profonda conoscenza della infrastruttura stradale, in termini di caratteristiche strutturali e funzionali, e una conseguente analisi sulle tipologie di sensori e dispositivi di trasmissione per l'acquisizione e il trasferimento dei dati.

L'importanza del patrimonio informativo derivante dall'elaborazione di dati spaziali, dell'integrazione delle diverse tipologie di strati informativi al fine della costituzione di quadri di conoscenza condivisi a supporto delle politiche di governo e gestione del territorio, e nello specifico, applicate al settore delle infrastrutture stradali e della mobilità, rappresentano una occasione strategica per ottimizzare la gestione del "patrimonio esistente", all'interno della filosofia generale della Smart City.

Oggetto di questa ricerca sarà principalmente l'aspetto legato all'infrastruttura, in termini di nuova gestione del patrimonio esistente attraverso il supporto di nuove tecnologie nell'ottica della sicurezza stradale.

Partendo da tali presupposti è di fondamentale interesse l'analisi delle diverse piattaforme tecnologiche di acquisizione e di sensori in grado di fornire dati sensibili per lo scopo, cercando di cogliere metodologie e strumenti che riescano a colmare un gap conoscitivo fondamentale per una nuova gestione del patrimonio stradale.