



# *Sii-Mobility*

## **Supporto di Interoperabilità Integrato per i Servizi al Cittadino e alla Pubblica Amministrazione**

**Trasporti e Mobilità Terrestre, SCN\_00112**

**Deliverable ID: DE2.9a**

**Titolo: Stato dell'arte della ricerca nel campo del  
supporto alle decisioni**

<b>Data corrente</b>	
<b>Versione (solo il responsabile puo' cambiare versione)</b>	0.4
<b>Stato (draft, final)</b>	finale
<b>Livello di accesso (solo consorzio, pubblico)</b>	
<b>WP</b>	WP2
<b>Natura (report, report e software, report e HW..)</b>	
<b>Data di consegna attesa</b>	
<b>Data di consegna effettiva</b>	
<b>Referente primario, coordinatore del documento</b>	Paolo Nesi
<b>Contributor</b>	Paolo Nesi, Laura Cocone, Gianni Pantaleo, Pierfrancesco Bellini, Nicola Mitolo
<b>Coordinatore responsabile del progetto</b>	Paolo Nesi, UNIFI, paolo.nesi@unifi.it

# Sommario

1	Executive Summary .....	3
2	Modelli e strumenti di supporto alle decisioni di tipo generico.....	3
2.1	AHP, Analytic Hierarchy Process .....	7
2.2	System Thinking .....	9
3	Controllo e Supervisione.....	10
3.1	Rappresentazione e gestione di dashboard.....	11
3.1.1	Organizzazione di dashboard.....	13
3.1.2	Dashboard vs City Ranking .....	13
3.1.3	Confronto per Feature .....	14
3.2	Connessione con sistemi di supporto alle decisioni .....	15
4	Modelli di supporto alle decisioni in ambito mobilità e trasporti.....	17
4.1	Public Transport, PT.....	17
4.2	Urban Traffic Management, UTM .....	18
5	Bibliografia .....	21
6	Acronimi .....	25

## 1 Executive Summary

Questo deliverable descrive lo stato dell'arte e sulla ricerca nel campo del supporto alle decisioni ovviamente tenendo in particolare considerazione i modelli e le soluzioni per le smart city e per i sistemi di gestione della mobilità. Questo viene sviluppato nell'ottica del contesto di Sii-Mobility ma escludendo tematiche che sono trattate in altri deliverable come da specifica:

- DE2.2a – stato dell'arte e sulla ricerca effettuata nel campo del vehicle routing, M6
  - A06: Algoritmi di instradamento (veicoli e persone), Attività: 2.2.5
- DE2.4a – stato dell'arte nei problemi di percorso ottimo su grafi multimodali, multi-obiettivo, M6
  - A05: Algoritmi di ottimizzazione (percorsi con più fermate, cambi, etc.), Attività: 2.2.4
  - A07: Algoritmi per la produzione di percorsi per flotte merci. Attività: 2.2.5
- DE2.7a – stato dell'arte della ricerca nel campo dei data analytics, M6
  - A03: Algoritmi di ottimizzazione per la produzione suggerimenti per il parcheggio, Attività: 2.2.1
  - A04a: Algoritmi e strumenti per raccolta e computo flussi di persone, Attività: 2.2.1
  - A04b: Algoritmi e strumenti per raccolta e computo flussi di mezzi, Attività: 2.2.1
- DE4.1 – analisi dello stato dell'arte e definizione dei sistemi di acquisizione dati e ingestion process, M7
  - A01: Algoritmi e strumenti di Riconciliazione, Attività: 2.2.1
  - A02: Algoritmi e strumenti di Arricchimento, Attività: 2.2.1
  - A08: Algoritmi di aggregazione / riconciliazione, Attività: 4.1.7

In questo deliverable lo stato dell'arte relativo ad algoritmi identificati in fase di specifica:

In questo scenario le aree di supporto alle decisioni prese in considerazione sono quelle relative a soluzioni e applicazioni per lo sviluppo di:

- Modelli e strumenti di supporto alle decisioni di tipo generico
  - AHP, Analytic Hierarchy Process
  - System Thinking
- Controllo e supervisione
  - Rappresentazione e gestione di dashboard
    - Organizzazione di dashboard
    - Dashboard vs city ranking
    - Confronto per feature
  - Connessione con sistemi di supporto alle decisioni
- Modelli di supporto alle decisioni in ambito mobilità e trasporti
  - Intelligent transport system, ITS
  - Urban transport system, UTS

L'obiettivo di questo documento non è quello di presentare uno stato dell'arte completo ed esaustivo. Ma quello di presentare lo stato dell'arte attuale, mettendo in evidenza gli aspetti recenti delle ricerche e dello sviluppo nei vari settori in modo da servire come punto di partenza per lo sviluppo delle ricerche specifiche.

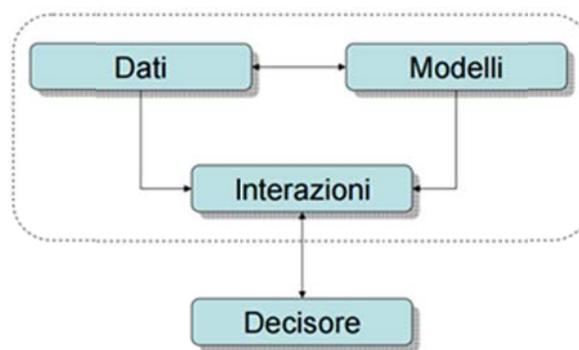
## 2 Modelli e strumenti di supporto alle decisioni di tipo generico

Nell'ambito di un sistema complesso come quello relativo ad una Smart City sono necessari degli strumenti in grado di valutare lo stato attuale della città, attraverso dati ottenuti dalla rete di sensori e prendere delle decisioni in base ad un obiettivo specifico da raggiungere. Per questo sono importanti e lo saranno ancor di più in futuro i sistemi di supporto alle decisioni, i quali rientrano

nella categoria dei sistemi informativi in grado di guidare l'utente nella scelta della soluzione migliore in base al problema proposto e alle informazioni ottenute in merito dal sistema stesso. In certi contesti infatti non è possibile ottenere una soluzione ottima in quanto troppo dipendente dai criteri presi in esame dall'utente e dalla natura del sistema valutato.

Grazie a questi sistemi, anche in questi contesti, sarà possibile intraprendere delle azioni in base all'obiettivo prestabilito e riadattare la città in modo dinamico.

Un sistema di supporto alle decisioni è un sistema informativo che supporta attività relative ad un processo decisionale, in modo prevalente di tipo finanziario o organizzativo. I DSS forniscono infatti supporto ai manager e a tutti coloro che devono prendere decisioni strategico/operative di fronte a problemi che possono cambiare rapidamente e che non sono facilmente specificati a priori cioè problemi decisionali non strutturati e semi strutturati (e che quindi non possono essere risolti con i modelli offerti dalla ricerca operativa). Nello schema presente in Figura seguente si capiscono le componenti principali di un sistema DSS e le interazioni tra queste componenti.



I DSS devono permettere analisi ad-hoc sui dati e l'uso di modelli (modelli quantitativi finanziari, statistici e della ricerca operativa). Il principale scopo di un DSS è permettere di estrarre, in tempi brevi e in modo flessibile, da una grossa mole di dati le informazioni che servono a supportare e migliorare in termini di efficacia ed efficienza il processo decisionale. Occorre innanzitutto separare i dati generati dalle operazioni di gestione (contenuti nel database aziendale o operational database) dai dati utili ai processi decisionali dell'azienda (contenuti nel data warehouse). Ovviamente il data warehouse deve contenere non un sottoinsieme dei dati del database aziendale, ma una versione di tali dati ottimizzata per analisi focalizzate sui dati aggregati e sulle tendenze piuttosto che sulle singole operazioni di gestione. I dati devono quindi essere memorizzati a diversi ed appropriati livelli di aggregazione. Il decisore deve poter analizzare i dati contenuti nel data warehouse in tempo reale, da diversi punti di vista e a diversi livelli di aggregazione. I sistemi di supporto alle decisioni possono essere completamente automatici, gestiti interamente da umani o una combinazione delle due metodologie. Mentre in ambito accademico i DSS sono percepiti come strumenti di supporto al processo decisionale, gli utenti DSS li vedono come uno strumento per facilitare i processi organizzativi. Alcuni autori hanno esteso la definizione di DSS come qualsiasi sistema che può supportare un utente nelle decisioni.

Ricordando [Sprague nel 1980], è possibile definire i DSS in base alle loro caratteristiche:

- tendono ad essere mirati alla soluzione di problemi non ben strutturati e sotto-specificati che tipicamente si trovano ad affrontare i manager di più alto livello;
- tentano di combinare l'uso di modelli o tecniche analitiche con funzioni tradizionali di accesso ai dati e recupero dati;
- si focalizzano specificatamente sulle caratteristiche facilmente usate da persone che non utilizzano il computer in modo interattivo;
- enfatizzano la flessibilità e l'adattabilità per riadattarsi in base alle modifiche dell'ambiente e all'approccio decisionale dell'utente;

I DSS includono sistemi basati sulla conoscenza. Un DSS propriamente progettato è un sistema software interattivo per aiutare coloro che devono prendere decisioni complesse a combinare informazioni utili a partire da una combinazione di dati grezzi, documenti, conoscenze personali o modelli economici per identificare e risolvere problemi e prendere decisioni. Tipicamente l'informazione che un'applicazione di supporto alle decisioni deve raccogliere e presentare include:

- Inventari di patrimonio informativo (includono sorgenti di dati, cubi, data warehouse e data marts);
- Immagini comparative di grafici di prestazioni (per esempio delle vendite, del numero degli iscritti, delle presenze agli eventi, degli arrivi in città, dei biglietti venduti, delle tratte sviluppate, dei km fatti, degli incidenti, dei guasti, etc.) entro un periodo di tempo;
- Immagini di proiezione di vendita basate sulle assunzioni di vendita dei singoli prodotti.

Le tipologie di DSS si distinguono in passivi, attivi e cooperativi. Un DSS passivo è un sistema che aiuta il processo decisionale ma non fornisce nessuna soluzione o suggerimento in modo esplicito. Viceversa un DSS attivo può fornire in uscita soluzioni e suggerimenti alle decisioni. Un DSS cooperativo consente invece al decisore o al consulente di modificare, completare o raffinare i suggerimenti alla decisione fornita dal sistema, inviandola al sistema per la validazione. Il sistema migliora ancora, completa e raffina ulteriormente attraverso i suggerimenti fatti dal decisore e li invia nuovamente per la validazione. L'intero processo viene avviato nuovamente fino al consolidamento della soluzione che è stata generata.

Un'altra tassonomia per i DSS è stata creata da [Power, 2000]. Utilizzando la modalità di assistenza come criterio, Power suddivide i DSS in:

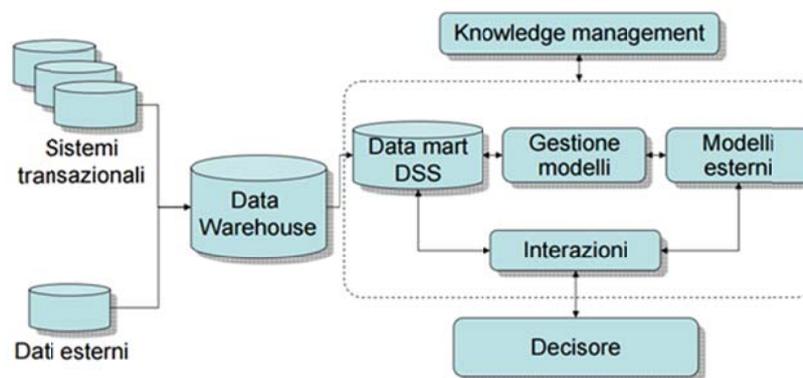
- Communication-driven supportano più di un utente che lavora contemporaneamente sullo stesso task, esempi di questo tipo includono strumenti integrati come Google Docs o Groove; DSS Communication-driven forniscono coordinamento e comunicazione tra più utenti che lavorano su compiti e attività condivise, raggiungendo il processo decisionale collaborativo e condiviso;
- Data-driven o data-oriented enfatizzano l'accesso e la manipolazione di serie temporizzate di dati interni all'azienda o talvolta esterni; DSS basate sui dati di serie temporali di dati (raccolte di dati di grandi dimensioni, storico, in tempo reale, i dati interni o esterni, ecc), accessibile attraverso l'interrogazione di un data warehouse per scopi specifici;
- Document-driven gestiscono, recuperano e manipolano informazione non strutturata in una varietà di formati elettronici; Documento-driven DSS sono rappresentati da strutture informatizzate, integrando tecnologie computazionali stoccaggio e al fine di sostenere la ricerca dei documenti non strutturati e di analisi;
- Knowledge-driven forniscono competenza specializzata in risoluzione di problemi (problem solving) memorizzata come fatti, regole, procedure in strutture simili; Basata sulla conoscenza DSS si basano sulla conoscenza esterno sotto forma di migliori pratiche, le procedure e le regole di calcolo, conoscenza di esperti e di problem competenza solving e altre fonti di informazioni che possono essere memorizzati in strutture logiche, accessibili e leggibili dalle macchine e agenti software [Hamada and Qader, 2014] .
- Model-driven enfatizza l'accesso e la manipolazione di un modello statistico, finanziario, di ottimizzazione o di simulazione. DSS di questo tipo utilizzano dati e parametri forniti dagli utenti per assistere lo stesso nell'intraprendere una decisione analizzando la situazione; non sono necessariamente modelli che racchiudono una notevole mole di dati (data intensive). DSS model-driven sono focalizzati su estrapolare modelli analitici, matematici o quantitativi da un compito generale di problem-solving [Power and Sharda, 2007]

Lo stesso Power [Power, 2000] effettua un'altra classificazione dei DSS usando lo scopo degli stessi come criterio di suddivisione. Distinse in questo modo due categorie:

- enterprise-wide DSS e desktop DSS. Un enterprise-wide DSS è collegato a data warehouse di grandi dimensioni ed è utile a molti manager d'azienda.
- DSS desktop singolo utente invece è un piccolo sistema DSS che viene eseguito su un singolo PC.

Diversi approcci e tecniche, a supporto del processo decisionale, sono state recentemente proposte. Tra questi, i Goal Model, Goal State Machine [Fu et al., 2012] integrati con l'analisi sistematica hanno dimostrato di essere utili per descrivere un dominio di sistema catturando correttamente i requisiti permettendo la valutazione di raggiungimento degli obiettivi [Horkoff and Yu, 2011]. Tecniche come algoritmi evolutivi, le reti neurali, sistemi fuzzy e reti Bayesiane sono stati ampiamente utilizzati per sostenere decisione finanziaria in Economia e Finanza [Augello et al., 2009], [Olsen, 2008], [Ltifi et al., 2012].

I tre componenti fondamentali di un'architettura DSS sono: il database o knowledge base, il modello (contesto decisionale e criteri definiti dall'utente) e l'interfaccia utente. Gli utenti stessi sono componenti importanti dell'architettura poiché forniscono i criteri per poter costruire il modello decisionale e per prendere la decisione finale. In figura seguente è presente uno schema più complesso e completo dell'architettura di un DSS dove sono presenti sia sistemi transazionali che dati esterni i quali vengono organizzati all'interno di un data warehouse per l'interfacciamento con il modello od i modelli nel caso fossero più d'uno e l'utente decisore. I data warehouse sono archivi informatici contenenti dati di un'organizzazione progettati per consentire di produrre facilmente analisi e relazioni utili a fini decisionali all'interno dell'azienda stessa. I dati all'interno di questi database sono aggregati secondo determinati criteri e destinati agli usi specifici di supporto alle decisioni.



I sistemi DSS non sono completamente differenti da altri sistemi e richiedono un approccio strutturato. Un tale framework include persone, tecnologia e l'approccio di sviluppo. Il framework di un sistema DSS consiste di 4 fasi:

1. **Intelligence:** ricerca di condizioni che determinano una certa decisione;
2. **Design:** sviluppo e analisi di possibili azioni alternative di soluzione;
3. **Choice:** seleziona un percorso di azione;
1. **Implementation:** adotta il percorso di azione selezionato nella situazione di decisione.

I livelli tecnologici per i DSS in termini hardware e software possono includere:

- L'applicazione reale che sarà usata dall'utente. Questa è una parte dell'applicazione che consente a colui che deve prendere le decisioni di farlo per un problema di una particolare area. L'utente può anche agire su quel particolare problema;

- Il generatore contiene ambienti hardware e software che consentono ai programmatori di sviluppare facilmente applicazioni DSS specifiche. Questo livello si avvale di strumenti appropriati o sistemi quali Crystal, Analytica e i Think;
- Strumenti che includono hardware/software di basso livello. Generatori DSS includono linguaggi speciali, librerie di funzioni e moduli di collegamento.

Un approccio di sviluppo iterativo consente ai DSS di essere modificati e riprogettati in vari intervalli. Una volta che il sistema è stato progettato sarà necessario testarlo e revisionarlo per l'uscita richiesta.

## **2.1 AHP, Analytic Hierarchy Process**

Entriamo in dettaglio su una particolare tecnica di supporto alle decisioni multicriterio, strutturata per organizzare e analizzare decisioni complesse, basata sulla matematica e sulla psicologia. L'Analytic Hierarchy Process (AHP) è stata sviluppata molti anni or sono ma ancora molto valida [Saaty, 2008] ed è usata in tutto il mondo in un'ampia varietà di situazioni decisionali, in campi come l'economia, l'industria, l'educazione, la sanità. L'AHP, invece di trovare una decisione 'corretta', aiuta i decisori a trovare quello che meglio si adatta ai loro obiettivi e alla loro comprensione del problema. Fornisce un quadro completo e razionale per la strutturazione di un problema di decisione, per la rappresentazione e la quantificazione dei suoi elementi, per mettere in relazione gli elementi degli obiettivi generali e per la valutazione di soluzioni alternative.

L'utilizzo di AHP avviene decomponendo il problema decisionale in una gerarchia di più sotto-problemi più facili da comprendere, ognuno dei quali può essere analizzato indipendentemente. Gli elementi della gerarchia possono far riferimento ad un qualunque aspetto del problema decisionale, tangibile o intangibile, misurato con attenzione o approssimativamente stimato, compreso in modo accurato o no. Sebbene possa essere utilizzato da persone che lavorano su decisioni lineari, l'AHP è più utile quando ci sono team di persone che stanno lavorando su sistemi complessi, in particolare quelli che coinvolgono le percezioni umane e i giudizi, le cui risoluzioni hanno ripercussioni a lungo termine. Ha importanti vantaggi quando gli elementi della decisione sono difficili da quantificare o comparare, o in cui la comunicazione tra i membri del team è ostacolata dalle loro diverse specializzazioni, terminologie o prospettive. Le applicazioni di AHP per situazioni di decisione complesse sono moltissime e hanno prodotto risultati estesi in problemi che coinvolgono la pianificazione, l'allocazione delle risorse, la definizione delle priorità, e la selezione tra le alternative. Altre aree includono le previsioni, la gestione della qualità totale, l'ottimizzazione dei processi, la distribuzione della funzione di qualità e le schede di valutazione bilanciata. La metodologia consente di confrontare più alternative in relazione ad una pluralità di criteri, di tipo quantitativo o qualitativo, e ricavare una valutazione globale per ciascuna di esse. Ciò permette di:

- ordinare le alternative secondo un asse di preferenza;
- selezionare l'alternativa globalmente migliore;
- assegnare le alternative a sottoinsiemi predefiniti.

I punti di forza principali sono il confronto a coppie delle alternative decisionali e la separazione fra importanza del criterio e impatto sulla decisione. La procedura per l'utilizzo dell'AHP può essere riassunta attraverso i seguenti punti:

- Modellare il problema come una gerarchia contenente gli obiettivi decisionali, le alternative per il raggiungimento di tali obiettivi e il criterio per valutare tali alternative;
- Stabilire priorità tra gli elementi della gerarchia prendendo un serie di giudizi basati sulla comparazione a coppie degli elementi;

- Sintetizzare questi giudizi per produrre un insieme di priorità generali per la gerarchia.
- Controllare la consistenza dei giudizi;
- Arrivare ad una decisione finale basata sui risultati di questo processo.

La gerarchia AHP [Triantaphyllou e Mann, 2995] consiste di un obiettivo generale, un gruppo di opzioni o alternative per raggiungere l'obiettivo e un gruppo di fattori o criteri che collegano le alternative all'obiettivo. I criteri possono essere ulteriormente suddivisi in sotto-criteri, sotto sotto-criteri e così via, in molti livelli come il problema richiede. In figura seguente è presente un esempio in cui si può vedere bene la relazione gerarchica tra i criteri suddivisi in obiettivo, criteri e alternative a seconda del livello in cui si trovano nella gerarchia.

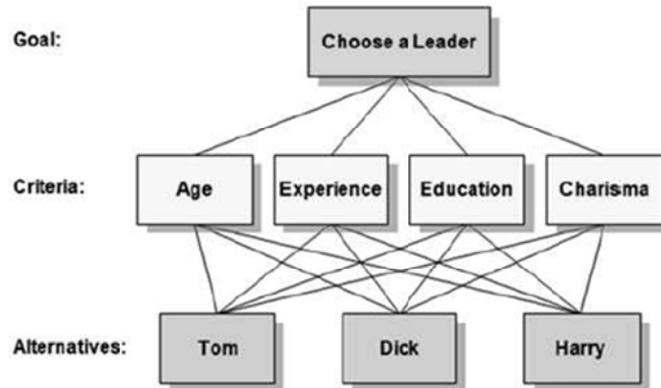


Figura: Esempio di modello AHP

Le priorità sono i numeri associati con i nodi di una gerarchia AHP, si veda figura seguente. Rappresentano i pesi relativi dei nodi in un qualunque gruppo. Le priorità, come le probabilità, sono numeri assoluti fra 0 e 1, senza unità o dimensione. Un nodo con priorità 0.2 ha due volte il peso nel raggiungere l'obiettivo rispetto ad un nodo con priorità 0.1, dieci volte il peso di uno con priorità 0.02 e così via. A seconda del problema in questione, il 'peso' può riferirsi all'importanza, all'incidenza nella decisione, o alla preferenza, o alla probabilità, o a qualunque altro fattore considerato dai decisori. Le priorità sono distribuite sulla gerarchia in accordo alla sua architettura e i loro valori dipendono dalle informazioni inserite dagli utenti del processo. Le priorità dell'obiettivo, dei criteri e delle alternative sono strettamente collegate ma devono essere considerate separatamente. Per definizione, la priorità dell'obiettivo è 1. Le priorità delle alternative raggiungono sempre 1. Le cose possono complicarsi con più livelli di criteri, ma se c'è un solo livello, le loro priorità raggiungono 1.

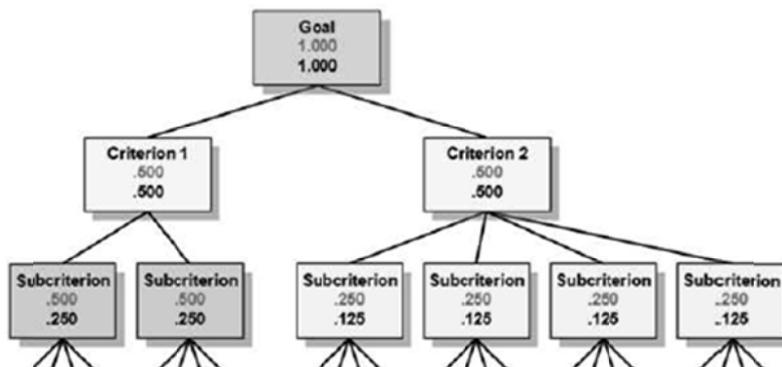


Figura: Esempio di modello AHP con priorità'

Le priorità, visibili in figura, sono chiamate priorità di default della gerarchia. Si considerano due concetti aggiuntivi quando una gerarchia ha più di un livello di criteri: priorità locali e priorità

globali. Considerando la gerarchia in figura sopra le priorità locali, raffigurate in grigio, rappresentano i relativi pesi dei nodi all'interno di un gruppo di nodi fratelli rispetto al nodo padre. Si può facilmente vedere che la somma delle priorità locali di ogni gruppo di criteri e dei loro nodi fratelli raggiunge 1. Le priorità globali, mostrate in nero, sono ottenute moltiplicando le priorità locali dei nodi fratelli con la priorità globale del nodo padre. La priorità globale per tutti i sotto criteri dello stesso livello raggiunge il valore di 1. La regola è questa: in una gerarchia, la somma delle priorità globali dei nodi figli raggiunge sempre la priorità globale del nodo padre. All'interno di un gruppo di nodi figli, la somma delle priorità dei nodi figli raggiunge il valore di 1.

Con l'avanzamento dell'esecuzione dell'Analytical Hierarchy Process, i valori predefiniti delle priorità verranno modificati attraverso le informazioni in input dei decisori circa l'importanza dei vari nodi.

Perimeta L'unico strumento software reperibile in rete, sviluppato per supportare l'evidenza basata sul ragionamento fondato sull'incertezza, è il tool Perimeta [Perimeta]. E' stato progettato e sviluppato dall'università di Bristol. Il software è stato prodotto e fondato da due progetti di ricerca:

- Condition Monitoring and Asset Management (CMAM) il quale ha sviluppato una metodologia di supporto alle decisioni per le prestazioni basata su un'infrastruttura di gestione. L'obiettivo era quello di migliorare le performance di sicurezza ed economiche dell'infrastruttura di sistemi complessi dell'ingegneria civile. Il progetto è stato eseguito dal 1999 al 2002.
- Climate Impacts Programme: GENESIS. Questo progetto è stato sviluppato come processo generico per valutare l'impatto dei cambiamenti climatici sull'industria energetica ed utilità. Il progetto è stato eseguito dal 2002 al 2006.

Il software consente il processamento e la rappresentazione del sistema, modellato in modo tale da essere rappresentato come un grafo connesso di nodi. Ogni nodo collegato alla radice è un criterio; i figli di ogni criterio sono le informazioni disponibili per risolvere il problema iniziale e sono definiti come argomenti a supporto di ciascuna opinione. A qualsiasi punto l'evidenza rappresenta la credibilità dell'affermazione nel nodo che è stata inserita direttamente o indirettamente. Questo è ottenuto attraverso la rappresentazione chiamata Italian Flag con intervalli di probabilità: la parte verde supporta l'affermazione, quella rossa la rifiuta mentre il bianco rappresenta l'incertezza. L'evidenza è propagata verso l'alto attraverso la rete di collegamenti tra nodi usando una propagazione del calcolo. I collegamenti tra nodi hanno parametri che sono usati come input dei calcoli ad ogni livello. Il limite di questo approccio è il fatto che è interamente basato sulle opinioni degli attori in gioco, senza considerare i dati che si possono reperire all'interno di una Smart City. Questi dati possono essere usati per fornire un modello più accurato relativo all'obiettivo da raggiungere in questo contesto. Inoltre non supporta il modellatore del processo con nessuno strumento per verificare la consistenza fra i vari livelli e per propagare la conoscenza.

## **2.2 System Thinking**

Il System Thinking è un sistema capace di analizzare i diversi bisogni da soddisfare, calcolando i relativi benefici e svantaggi di tutti gli elementi che lo compongono. Rappresenta un approccio olistico di analisi di un sistema per cui si focalizza sul modo in cui le parti costituenti il sistema sono interrelate, piuttosto al fatto di come sono realizzate le singole parti e su come tali sistemi lavorano nel tempo. Inoltre valuta il funzionamento del sistema stesso entro un contesto più ampio cioè all'interno di sistemi più grandi che lo racchiudono. L'approccio System Thinking contrasta con l'analisi tradizionale in cui lo studio di tali sistemi può essere effettuata scomponendo le parti del sistema ed analizzandole separatamente. I System Thinking possono essere usati in qualsiasi area di ricerca e sono stati applicati a sistemi medicali, ambientali, politici, economici, di risorse

umane e sistemi educativi tra molti altri. Un esempio di applicazione del concetto di System Thinking con le Smart city è il progetto europeo STEEP [ <http://www.smartsteep.eu/> ]. E' un progetto per sviluppare metodi di pianificazione energetica su scala cittadina. Il progetto STEEP della durata di due anni consentirà a tre città europee di vedere come un System Thinking può migliorare la pianificazione energetica di una città. Come virtualmente qualsiasi altra città, San Sebastian, Bristol e Firenze hanno già realizzato molte iniziative per ridurre il loro consumo energetico ma queste sono state tipicamente aiutate in uno specifico settore o obiettivo, vedendo l'impatto che questi possono avere su altri settori. Le tre città menzionate hanno deciso di unirsi per migliorare l'efficienza lungo tutti gli aspetti chiave della valutazione della "catena energetica", applicando concetti di Smart City in modo integrato e imparando dall'esperienza di ciascuno di questi.

Nel contesto del progetto STEEP l'implementazione di un sistema richiede l'impegno di partner e stakeholder di ciascun distretto cittadino. Il processo di modellazione di ciascun distretto sarà un processo iterativo continuo basato sul feedback e la discussione, rispetto ad una pianificazione strategica. Il processo di modellazione risultante consentirà agli stakeholder di guadagnare maggiore conoscenza riguardante la situazione in esame in modo da comportare la creazione di un sistema di apprendimento automatico.

Appena viene individuata un'area che può essere migliorata le azioni da intraprendere saranno disegnate da ciascun modello per formare la base di un piano energetico primario con obiettivi rilevanti. La metodologia che viene sviluppata il primo anno sarà scalata a livello cittadino il secondo anno, con l'obiettivo di aiutare lo sviluppo di piani di "Smart City" basati sullo stesso approccio. Alla fine del progetto la metodologia testata sarà disponibile per l'utilizzo in altre città.

### **3 Controllo e Supervisione**

La **dashboard della smart city** ha come obiettivo quello di fornire una visione generale, cumulare dati e fornire eventuali indicazioni di correlazioni inattese sugli accadimenti in città, e pertanto dare un supporto alle decisioni su aspetti strategico funzionali della città.

Per questo motivo, la realizzazione di una vera e propria dashboard della smart city non può essere semplicemente realizzata come una mera visualizzazione di dati che provengono da altre fonti, ma connessa e pienamente integrata con uno strumento di aggregazione dati riguardo alla Interoperabilità ed integrazione dei sistemi di gestione, gestione rete condivisa di scambio dati.

**Solo avendo dati aggregati è possibile fornire informazioni di supporto alle decisioni.**

Di seguito sono presi in considerazione i seguenti aspetti dello stato dell'arte:

- Rappresentazione e gestione di dashboard
  - Organizzazione di dashboard
  - Dashboard vs city ranking
  - Confronto per feature
- Connessione con sistemi di supporto alle decisioni

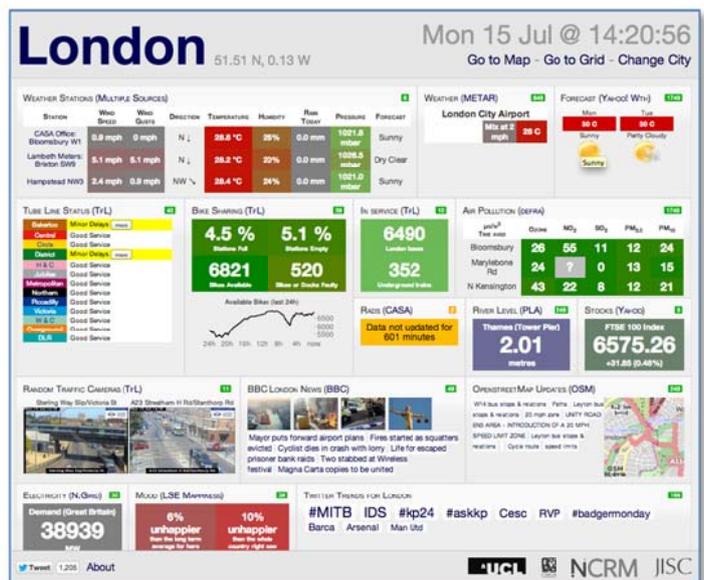
### 3.1 Rappresentazione e gestione di dashboard

Fanno parte dei sistemi di controllo le dashboard che permettono agli operatori di avere una vista su ciò che sta accadendo alla città ed in questo caso particolare al sistema di mobilità. Fra i più significativi esempi di dashboard per smart city si possono elencare:

- **SPLUNK** <http://www.splunk.com> che permette di creare delle dashboard anche in relazione a sistemi di monitoraggio classico come NAGIOS. Splunk a differenza di Nagios non è open source. Non è focalizzato sui dati delle città ma mostra solo dati in generale.



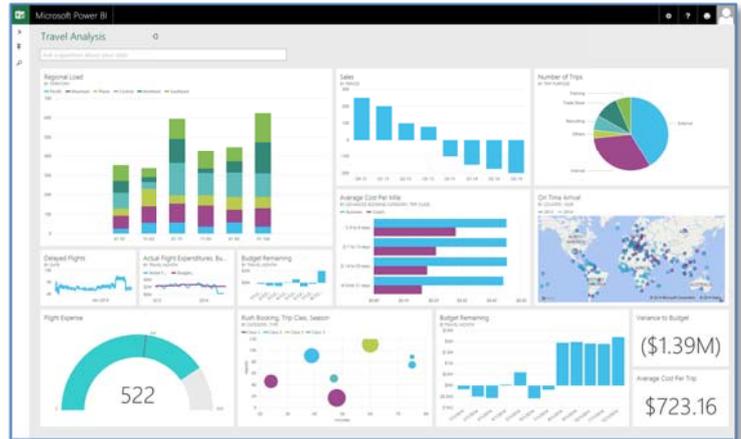
- **Dashboard di Londra** <http://citydashboard.org/london/> che presenta un modello di dashboard utilizzato in varie città in UK, e anche a Venezia. Anche questo strumento non è open source.



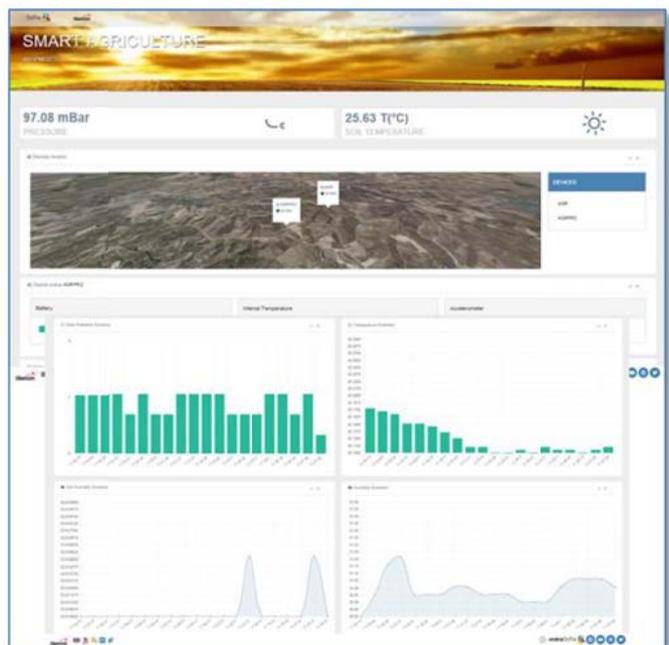
- <http://citydashboard.waag.org/> è una soluzione proposta come dashboard per la città di Amsterdam, da svariati anni in costruzione. Anche questo strumento non è open source, e nemmeno sviluppato ma solo pubblicizzato.



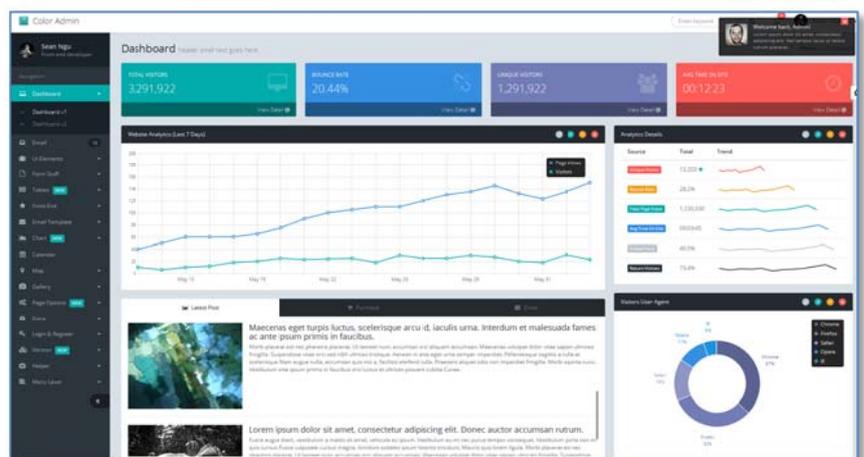
- **Microsoft** power BI (business intelligence) preview;



- **Sofia 2 di Intra** (<http://sofia2.com/>) che presenta informazioni statiche sulla città anche su mappa.



- <http://seantheme.com/color-admin-v1.9/admin/html/index.html> soluzione di esempio. Nella realtà non sembra essere funzionante ma solo una demo statica. La soluzione è commerciale e non open source.



- **Pentaho** (<http://community.pentaho.com/>) è uno strumento di data warehouse e business intelligence e può essere considerato un tool di visualizzazione dati anche in connessione con Hadoop.

- **Liferay** (<https://www.liferay.com/>) è uno strumento di gestione dati, che permette la creazione di widget, che potrebbero essere usati per realizzare delle dashboard ma sicuramente sono troppo complessi e poco flessibili, il lavoro da fare sarebbe certamente grande.
- **Altre dashboard commerciali:** Klipfolio, Metronic, NIVIGroup, etc.

Le dashboard non dovrebbero essere confuse con i software di business intelligence che permettono di creare delle viste su database come per esempio Tableau, NIVIGroup, Intra, Jedoxbase, SpagoBI, Microsoft power BI, etc. Nella maggior parte delle soluzioni di business intelligence i dati vengono semplicemente acquisiti da database terzi con query dirette o chiamate rest e non si produce una storicizzazione del dato. Partire da un sistema di business intelligence per realizzare una smart city dashboard control room è certamente un lavoro ampio e complesso. Può presentare dei vantaggi per la visualizzazione dei dati, ma rimane la complessità della sua programmazione che si traduce in un difficile utilizzo da parte degli operatori della città per realizzare delle Dashboard tematiche anche focalizzate ad eventi. Tali soluzioni non sono adatte a stare su un monitor H24 per mostrare i valori che si aggiornano in continuo.

### 3.1.1 Organizzazione di dashboard

Le dashboard per smart city control room sono tipicamente organizzate per:

- **area tematica, per esempio:** Mobilità e trasporti, Energia, Turismo, Cultura, Educazione e Università, Ambiente, Meteo, Economia, Sport, Salute, Commercio, Industria, Governo, Edilizia, Statistica, Sociale, Emergenza, Stato del supporto ICT della smart city, Etc.
- **combinazione di aree tematiche, per esempio:** Turismo e Cultura, Educazione e Università, Ambiente e meteo, Industria e commercio, Etc.
- **eventi, per esempio:** arrivo del papa, i mondiali di calcio, expo2015, mondiali di ciclismo, il giro d'Italia, etc.
- **tipologia di utenti, per esempio:** dashboard per decisori (per il sindaco, per l'assessore alla mobilità, per l'assessore al bilancio, etc.), per operatori, per utenti finali, per albergatori, per turisti, etc.
- **quartiere o comune della città metropolitana, per esempio:** per Firenze, ma anche per tutti gli altri 42 comuni della città metropolitana di Firenze, per ogni città coinvolta nella sperimentazione, etc.

La presenza di dashboard tematiche nella control room della smart city non pretende di sostituire quelle specifiche delle centrali di controllo della città come quelle dei gestori per esempio:

- **mobilità** e trasporti, tipicamente un Intelligent Transport System in grado di mostrare i flussi mezzi in città, la presenza e posizione di incidenti, l'attivazione di percorsi alternativi attivati per i mezzi pubblici, etc.
- **risorse idriche, acqua potabile:** livelli delle dighe, stato delle condutture, stato delle stazioni di deviazione, etc.
- **autorità di bacino:** livello dei fiumi, sensori meteo, previsioni a 10 gg, ..
- **protezione civile:** previsioni, eventi primari in città, stato delle risorse per la gestione delle emergenze, posizione delle squadre di intervento, etc.
- **connessione e telefonia:** stato delle connessioni, stato delle centraline e delle celle, ...
- **energia:** erogazione in città, stato delle linee, stato delle centrali di trasformazione, ricezione dell'energia fornita d utenti, etc.

### 3.1.2 Dashboard vs City Ranking

In alcuni casi le Dashboard per smart city riportano pannelli che mostrano direttamente gli indicatori che possono servire come **ranking della smart city** come quelli usati in:

- **Between** ([http://www.smartcityitalia.net/wp-content/uploads/2014/06/Between\\_SmartCityIndex2014.pdf](http://www.smartcityitalia.net/wp-content/uploads/2014/06/Between_SmartCityIndex2014.pdf)),
- **CityKeys** (<http://www.citykeys-project.eu/>), it is developing the indicator selection, CITYkeys has collaborated with TRIAGULUM, REMOURBAN and SMARTER TOGETHER lighthouse project consortia,
- **Steep-project indicators** ([http://www.comune.fi.it/materiali/patto\\_sindaci/STEEP-KPIs.pdf](http://www.comune.fi.it/materiali/patto_sindaci/STEEP-KPIs.pdf)).
- **Smart City Indicator ISO/TR 37150** ([http://www.iso.org/iso/smart\\_cities\\_report-jtcl.pdf](http://www.iso.org/iso/smart_cities_report-jtcl.pdf))
- **Rapporto smart city index 2016:** [http://umap.geonue.com/en/map/rapporto-smart-city-index-2016\\_55#6/42.172/15.601](http://umap.geonue.com/en/map/rapporto-smart-city-index-2016_55#6/42.172/15.601)
- **iCity Rate adottata dal Forum PA:** <http://www.icitylab.it/il-rapporto-icityrate/edizione-2014/>

Queste informazioni possono essere utili per il supporto alle decisioni a lungo termine. Per esempio se certi indici della città stanno calando rispetto al passato o sono indietro rispetto a città della stessa tipologia, forse è necessario comprendere il problema fondo e prendere delle decisioni che possono cambiare l'andamento.

### 3.1.3 Confronto per Feature

Le principali feature per i sistemi di controllo per smart city basati su dashboard sono elencate e descritte in seguito:

- **Cleaning data:** capacità di pulire i dati che vengono collezionati prima di mostrarli ed utilizzarli in dashboard. Questa attività non viene presa in considerazione dalla maggior parte dei sistemi sopra descritti. E' necessario per questo avere un sistema di aggregazione, pulizia, e arricchimento dati prima di arrivare in dashboard.
- **Reconciliation data:** capacità di riconciliare i dati che vengono collezionati da sorgenti multiple e che non sono semanticamente interoperabili, prima di mostrarli ed utilizzarli in dashboard. Questa attività non viene presa in considerazione dalla maggior parte dei sistemi sopra descritti. E' necessario per questo avere un sistema di aggregazione, pulizia, e arricchimento dati prima di arrivare in dashboard.
- **Dashboard builder grafico:** la possibilità di poter costruire dashboard in un ambiente grafico e multiutente. In cui gli utenti possono avere le loro dashboard in produzione, e decidere se pubblicarle o meno. Deve inoltre essere possibile clonare le dashboard e passarle ad altri utenti (magari anche solo da amministratore).
  - **Rendering parametrizzato:** parametri come colore, dimensione delle widget, colori dei riferimenti e delle scale, colore di sfondo, information;
  - **Tempi di refresh variabili per widget.** Questo significa avere una dashboard adatta per essere su schermo h24, 7/7, 365 giorni all'anno;
  - **Rendering 3D** di grafici dati e di dati geolocalizzati in assonometria;
  - **Widget di varia natura:** barre graduate, tachimetri, valori, andamenti temporali, istogrammi, torte, multimetrica, custom, social media, etc.;
  - **Visualizzazione di telecamere in streaming,** slow motion, selezione random delle telecamere, selezione circolare delle telecamere, etc.;
  - **Gestione elementi geolocalizzati:** la possibilità di avere widget che rappresentano elementi geolocalizzati con i loro valori statici o real time aggiornati. Gli elementi devono poter essere selezionabili ed interattivi;
  - **Gestione dei widget come link e come bottoni per attivare delle azioni su IOT;**
  - **Rendering della dashboard su WEB ma anche su mobile;**
- **Gestione multiutente:** la possibilità di poter costruire dashboard in un ambiente multiutente. Alcuni utenti possono vedere certe dashboard e altre no. Alcune possono essere pubbliche, etc.
- **Gestione dati della Dashboard**

- **Acquisizione dati in Pull** da varie sorgenti: database, chiamate rest, query SQL, query SPARQL, etc.
- **Ricezione dati in push** con autenticazione
- **Storicizzazione dei dati** acquisiti dalla Dashboard

La maggior parte delle soluzioni analizzate non copre tutte le funzionalità identificate.

### **3.2 Connessione con sistemi di supporto alle decisioni**

L'interoperabilità tra sistemi di supporto alle decisioni in ambito di mobilità (Intelligent Transport Systems, ITS) rappresenta la capacità dei sistemi stessi e dei processi ad essi relazionati di scambiare tra loro dati e condividere informazione e conoscenza. Nel settembre 2010 è stato pubblicato lo standard ETSI (European Telecommunications Standards Institute) EN 302 665 denominato "ITS Communications Architecture". Anche se tale specifica prevede un tipo di architettura modulare e flessibile, è ancora necessario armonizzare l'interfacciamento interno tra i moduli e verso risorse esterne [Nowacki, 2012].

Il comitato tecnico dell'ETSI per sistemi ITS si occupa di creare e mantenere standard e specifiche per l'uso di tecnologie di comunicazione e Information Technologies in sistemi di trasporto intelligenti. Allo stato attuale, la maggior parte degli sforzi in tal senso è rivolto alle comunicazioni wireless vehicle-to-vehicle e vehicle-to-roadside. ETSI collabora e si interfaccia con altri standard come ISO, CEN, IEEE, SAE International, ARIB e IETF, allo scopo di raggiungere una convergenza su una standardizzazione condivisa a livello internazionale per gli ITS, essenziale per migliorare l'interoperabilità tra questi sistemi.

Il formato **DATEX II** (<http://www.datex2.eu/>), basato su XML, è stato sviluppato per fornire uno standard di comunicazione e scambio di informazioni relative al traffico tra i vari attori preposti al monitoraggio e al supporto alle decisioni in ambito di mobilità intelligente. DATEX II rappresenta attualmente uno dei modelli più diffusi per la rappresentazione e lo scambio dei dati tra applicazioni e servizi operanti in ambito ITS, offrendo la possibilità di gestire il tipo di comunicazione (client-pull, server-push), il di protocollo da utilizzare (HTTP or WSDL/SOAP), il tipo di modalità di aggiornamento dei dati (periodico o a richiesta, all'occorrenza di un determinato evento ecc.). Ad alto livello sono previste tre principali modalità operative [DatexII, 2011]:

- **Operating Mode 1 – Publisher Push on occurrence:** in questo caso lo scambio dei dati è inizializzato a partire dal fornitore di un determinato servizio (o, similmente, dal lato server di una infrastruttura/piattaforma di monitoraggio e/o intervento) ogni volta che i dati vengono modificati.
- **Operating Mode 2 – Publisher Push periodic:** in questo caso lo scambio dei dati è inizializzato periodicamente a partire dal fornitore, in intervalli temporali opportunamente definiti.
- **Operating Mode 3 – Client Pull:** in questo caso lo scambio dei dati è inizializzato da una richiesta lato client (ad esempio da parte di un utente), e i dati vengono restituiti in risposta dal server.

Il tipo di informazione che può essere scambiato con il modello dati DATEX II prevede alcuni elementi di base, tra cui:

- **Eventi relativi al traffico e alle infrastrutture (Traffic Elements):** comprende informazioni sullo stato del traffico, la presenza di incidenti, lavori alle infrastrutture, strade ostruite ecc., guasti ad apparecchiature (semafori, impianti di ventilazione di tunnel, apparecchiature di comunicazione ecc.), condizioni di guida relativamente al meteo o ad

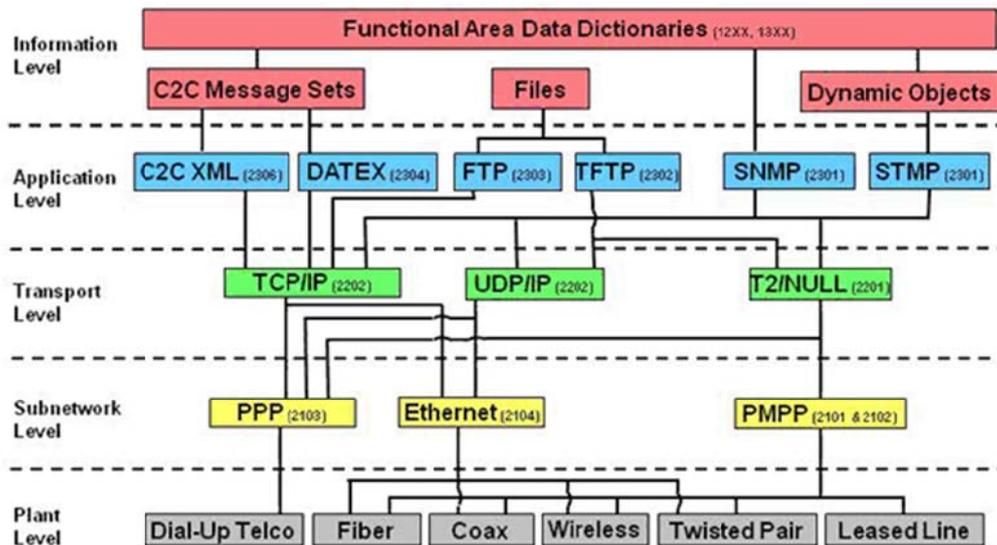
altre cause ambientali, nonché condizioni limitanti il normale flusso del traffico (attività od eventi pubblici, manifestazioni ecc.).

- **Azioni e interventi di operatori:** gestione di reti e impianti vari (riparazione e manutenzione della rete stradale, della segnaletica stradale, avvisi di eventuali chiusure di strade e operazioni di reindirizzamento del traffico, ecc.).
- **Informazioni su eventi non legati** alla rete stradale, come parcheggi o servizi di trasporto pubblico o di altro tipo.
- **Dati processati / elaborati** (computazioni, statistiche ecc. sullo stato del traffico, tempi di percorrenza, calcolo di percorsi, percorsi alternativi ecc.).
- **Dati misurati** (misurazioni dirette da sensori, stazioni o apparecchiature dedicate, come ad esempio sensori di traffico o metereologici).

Il modello DATEX II, sebbene riesca a coprire già un vasto range di applicazioni, può essere ampliato per garantire un'interoperabilità più a basso livello. In questa direzione sono state proposte implementazioni ed estensioni (DATEX II level A, B, C) per rendere più flessibile questo modello di dati, ad esempio riguardo alle differenti regolamentazioni territoriali sul traffico.

Un altro tentativo di standardizzazione è rappresentato dal protocollo NTCIP (National Transportation Communications for Intelligent Transportation System Protocol) (<https://www.ntcip.org/>), che è stato definito come un framework che racchiude i principali standard di comunicazione tra moduli, component ed apparati per lo scambio di dati in ambito ITS. I dispositivi NTCIP compatibili sono studiati e realizzati per lo scambio e l'interpretazione dei dati attraverso interfacce di comunicazione condivise opportunamente progettate. Questo aspetto va nella direzione di una maggiore interoperabilità tra sistemi esperti e automatizzati e le varie tipologie di device di monitoraggio e di controllo. Lo standard NTCIP descrive la specifica di comunicazione di una vasta gamma di protocolli, tra cui seriale, dial-up, ethernet e wireless. Questo standard è adottato in molti paesi per interfacciare sistemi di videocomunicazione e sistemi di monitoraggio stradale. Alcuni vantaggi dello standard NTCIP risultano essere il fatto che i vari devices si interfacciano sempre in maniera consistente con il sistema centrale (facilitando il deployment), che gli aggiornamenti al/dal sistema risultano essere più efficienti e veloci, ed anche il fatto che le feature di nuovi moduli da aggiungere (magari con caratteristiche e funzionalità specifiche per ogni differente stakeholder) possono essere aggiunte direttamente al core centrale. Nella figura seguente viene riportata l'architettura (communication stack) a livelli NTCIP.

# NTCIP Framework



Fonte: <https://www.ntcip.org/library/protocols/>

NTCIP ha posto delle consistenti basi per una standardizzazione, che tuttavia è ancora in fase di sviluppo. sets the basis for standards, many of which are still in development. Per avanzare l'attuale stato dell'arte nei protocolli di comunicazione verso una maggiore interoperabilità di sistemi ITS, è auspicabile andare verso una comprensione semantica comune e condivisa (tra i vari componenti e moduli dell'architettura proposta), dei modelli di rappresentazione dell'informazione che stanno dietro ai dati scambiati tra i sottosistemi stessi.

## 4 Modelli di supporto alle decisioni in ambito mobilità e trasporti

### 4.1 Public Transport, PT

Così come descritto nel lavoro di POLIEDRA [POLIEDRA], Politecnico di Milano, i Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS) hanno lo scopo di introdurre elementi di razionalità nel processo decisionale che riguarda il territorio, rendendolo trasparente e ripercorribile e consentendo la partecipazione di tutti i soggetti interessati. Per questo un DSS deve rendere disponibile e far circolare l'informazione, strutturandola in modo che sia utile per arrivare alla decisione. L'utilizzo dei DSS si applica ad ogni ambito in cui esiste la necessità di ottenere, dall'enorme quantità di dati presenti nel database o disponibili su internet, informazioni correlazioni significative e conoscenze utili alla strategia decisionale. Nello specifico dei trasporti si incontra l'utilizzo dei DSS per la gestione parco mezzi, gestione carico e distribuzione. Se si parla della gestione flotte, ci sono varie fasi dove elementi di tipo DSS potrebbero dare un valore aggiunto:

- Per le attività di **orientamento e comunicazione**, sono utili strumenti di rappresentazione e di condivisione delle informazioni: mappa degli attori; schemi di flusso per descrivere i legami logico-temporali tra le fasi che costituiscono la procedura; diario del processo, con il quale pubblicare in modo strutturato i documenti e gli atti via via prodotti.

- Per la fase di **analisi del contesto**, si usano strumenti per la raccolta, l'elaborazione, la conoscenza e la consultazione online dei dati esistenti di natura territoriale, ambientale, economica e sociale: webGIS che permettono, anche ad utenti senza strumenti e senza conoscenze informatiche avanzate, l'elaborazione online e la visualizzazione di dati e indicatori per la lettura del territorio; catalogo dati/indicatori per la consultazione, mediante motore di ricerca, delle informazioni sui dati disponibili.
- Per la fase di **definizione delle alternative**, si possono utilizzare strumenti per formulare e combinare tra le possibili proposte d'azione.
- Per la fase di **analisi e rappresentazione degli effetti**, si possono utilizzare strumenti che permettono di schematizzare il percorso logico che lega le azioni ai potenziali effetti (ad esempio mediante grafi, alberi e matrici tra loro interrelati) e di eseguire elaborazioni degli effetti (ad esempio aggregandoli rispetto alle componenti ambientali o alle azioni che costituiscono le alternative).
- Per la fase di **confronto e scelta tra le alternative** secondo una pluralità di criteri, anche conflittuali, si utilizzano metodi di analisi a molti criteri, a cui si affiancano tecniche di analisi di sensitività per considerare eventuali incertezza e soggettività relative al problema decisionale. In caso di presenza di decisori e portatori di interesse con obiettivi o posizioni differenti, si possono adottare tecniche di decisione di gruppo e di negoziazione con l'obiettivo di arrivare a una decisione di compromesso il più possibile condivisa.

POLIEDRA ha già sviluppato elementi software in ambito di progetti finanziati dall'Unione Europea e dalla Regione Lombardia che sono stati distribuiti in versione non ancora ingegnerizzata: il software ÁMACI (Analisi a Molti Attributi, Conflitto e Incertezza), anch'esso basato sull'analisi a molti attributi classica con funzionalità per supportare le attività di negoziazione e decisione di gruppo. Tra le esperienze più significative di applicazione di questo software, il caso della Metrotranvia di Como e la VAS della variante al PGT di Trezzo.

In generale, la domanda che si pone nel realizzare un DSS per la gestione delle flotte è: che tipo di informazioni servono per aiutare i decision-maker? Come prima cosa, si può dire che le informazioni a supporto sono diverse tra il settore pubblico e quello privato: nei due casi si tratta di un livello diverso di incertezza e di una quantità diversa di risorse a disposizione. Come mostrato nei paragrafi precedenti si tratta anche di supporto in varie fasi e quindi parliamo di categorie diverse di informazioni per queste fasi.

Aldilà della divisione in fasi, le informazioni che fanno da supporto alla decisione sono di tipo descrittivo o prescrittivo oppure possono essere divise in funzione del grado di analisi/aggregazione: possiamo qui parlare di semplici informazioni o di analisi elaborate, del tipo "what-if". TNO propone ad esempio un esempio di applicazione di supporto alla decisione per la gestione delle flotte, chiamata SMILE [SMILE], basata su informazioni di tipo descrittivo/ analitico.

In ogni caso, come emerge dalla letteratura e dall'esperienza di SWARCO Mizar nel lavoro sull'argomento, un DSS per la gestione delle flotte deve riferirsi ai seguenti processi:

- Gestione delle informazioni base (es. grafo stradale, percorsi)
- Gestione dei veicoli (il processo che associa veicoli ai percorsi)
- Gestione del personale (il processo che associa personale ai veicoli e la gestione dei turni)
- Gestione della domanda

## **4.2 Urban Traffic Management, UTM**

Per poter gestire in modo efficace gli interventi a favore dell'ottimizzazione della mobilità in ambito urbano il Mobility manager deve disporre di un sistema capace di rilevare e analizzare i dati

provenienti dalla rete e che sia capace di simulare gli effetti di strategie di governo della mobilità sulle prestazioni della rete.

Pertanto, gli obiettivi di un DSS nell'ambito della gestione del traffico urbano sono:

- Supportare decisioni difficili, non specificate e non strutturate
- Supportare la decisione a tutti i livelli di organizzazione e integrare i livelli se necessario. I livelli sono:
  - Pianificazione strategica delle misure di gestione del traffico: decisioni relative a insiemi di politiche, scelta di obiettivi e selezione di risorse
  - Controllo gestionale: decisioni per assicurare l'effettiva acquisizione ed utilizzo di risorse (un esempio di risorsa può essere la stessa rete stradale)
  - Controllo operativo: decisioni che rendano possibili le azioni e operazioni
  - Performance operative: decisioni che devono essere prese durante le operazioni
- Supportare la comunicazione fra decisori nell'ambito della mobilità
- Supportare tutte le fasi del processo decisionale e facilitarne l'interazione (in modo analogo a quanto esposto nel paragrafo sopra)
- Supportare una varietà di processi decisionali senza dipendere in particolare da nessuno di essi
- Essere semplici da usare e modificare in relazione ai cambiamenti dell'operatore

Il DSS deve essere, quindi, uno strumento di supporto alle decisioni per la pianificazione della sicurezza del trasporto a scala urbana sia a livello tattico che a livello operativo, pertanto il DSS dovrà svolgere anche altre funzioni:

- analisi dello scenario incidenti/flussi esistente;
- valutazione delle prestazioni in termini di level of service sulla rete al variare dei diversi scenari ipotizzati.

In particolare, in ambito della gestione di traffico – controllo operativo, il supporto alla decisione viene spesso associato non solo alla proposta di varie strategie di controllo ma anche all'attuazione delle strategie stesse, permettendo di ricostruire lo stato del traffico e generare azioni di controllo in maniera automatica. In alcuni contesti però la sola osservazione delle misure e la conoscenza di eventi e dello comportamento tipico del traffico (storico), non permette di prevedere l'evoluzione dello stato del traffico stesso. Questo succede ad esempio con eventi non ripetitivi, come ad esempio gli eventi sportivi, per cui è necessario l'intervento di personale esperto per la definizione degli scenari di domanda di traffico e la relative strategia di controllo.

A tale fine, un DSS deve permettere agli operatori di definire:

- gli scenari di domanda del traffico
- le azioni di attuazione corrispondenti allo scenario definito.

I sistemi di attuazione nell'ambito della gestione del traffico in ambito urbano considerati sono principalmente tre:

- sistemi UTC di controllo del traffico, sia adattativi che a selezione di piano;
- sistemi PMV, di messaggistica con pannelli a messaggi variabili per instradamento e informazione all'utenza;
- servizi di infomobilità.

Le tipologie di sistemi UTC considerati sono due: i sistemi adattativi e i sistemi a selezione di piano. Per i sistemi adattativi è possibile indicare sia le percentuali di svolta per intersezione

controllata (derivate delle informazioni del controllo descritte nella sezione “Il controllo della rete”) che le velocità sugli archi (per sistemi di tipo “onda verde”).

Per i sistemi a selezione di piano si permette di associare ad uno scenario l’insieme dei piani semaforici, o di lampeggio.

Per i sistemi PMV, si possono proporre dei messaggi derivati dallo stato della rete o associati ad uno scenario di traffico per supportare l’impostazione da parte del operatore.

Sia che esista uno scenario di traffico definito dall’operatore e sia in cui non esista nessuno scenario impostato il DSS deve essere in grado di osservare sui punti di controllo il verificarsi degli scenari di traffico presenti nella biblioteca. Impiegando un test di ipotesi rispetto allo stato atteso di riferimento, il DSS identificherà l’insieme degli scenari possibili da proporre all’Operatore, avendo piena conoscenza della situazione dei flussi di traffico sulla rete, ha la facoltà di:

- selezionare uno degli scenari proposti
- permettere al sistema stesso di attuare strategie di controllo automatiche per i sistemi controllati
- oppure demandare ad un secondo momento la creazione di un nuovo scenario di traffico , impiegando le informazioni registrate nei database delle “fotografie” e bloccare le azioni di controllo automatiche.

L’operatore di un DSS avrebbe quindi la possibilità di creare lo scenario di traffico, associando alle informazioni registrate, i punti di controllo e le azioni mancanti o da modificare per i vari sottosistemi. Questa tecnica è stata realizzata e descritta nel progetto HANNIBAL per i mondiali di sci presso il Sestriere, dove, oltre alla gestione dello scenario di traffico, veniva fornita informazione su disponibilità dei parcheggi e tempi di viaggio tra coppie O/D.

Al fine di consentire quanto sin qui descritto, il DSS da acquisire dovrà essere costituito dai seguenti moduli principali:

- base dati per la situazione attuale e futura;
- modelli di analisi del sistema di trasporto (domanda ed offerta);
- modelli di verifica degli scenari (costi di realizzazione e variazione dei livelli di incidentalità).

## 5 Bibliografia

- [Amdocs] Amdocs Billing, <http://www.amdocs.com>
- [Aoki et al., 2009] Aoki, P. M., Honicky, R. J., Mainwaring, A., Myers, C. (2009). A vehicle for research: using street sweepers to explore the landscape of environmental community action, ACM HFCS'09.
- [Armoni, 2002] Armoni A., " Data Security Management in Distributed Computer Systems ", Informing Science. Data Security. 2002, Vol. 5, N. 1, Paper Editor: Lech Janczewski
- [Augello et al., 2009] A. Augello, G. Pilato and S. Gaglio, "A conversational agent to support decisions in SimCity like games", in Proc. of IEEE Int. Conf. on Semantic Computing, pp. 367- 372, 2009.
- [Bellini et al., 2013] Bellini P., Di Claudio M., Nesi P., Rauch N., "Tassonomy and Review of Big Data Solutions Navigation", Big Data Computing To Be Published 26th July 2013 by Chapman and Hall/CRC
- [Ben-Yitzhak O. et al, 2008] Ben-Yitzhak O., Golbandi N., Har'El N, Lempel R., Neumann A., Ofek-Koifman S., Sheinwald D., Shekita E., Sznajder B., Yogev S., "Beyond Basic Faceted Search", Proc. of the 2008 International Conference on Web Search and Data Mining , Pages 33-44, 2008
- [Bimber 2003] Bimber, B (2003), Information and American Democracy: technology in the evolution of political power, Cambridge University Press, New York.
- [Bizer et al. 2009] Bizer, C., Heath, T., Berners-Lee, T.: Linked data – the story so far. International Journal On Semantic Web and Information Systems 5(3) (2009) 1–22.
- [Brewer, 2001] Brewer E., "Lesson from Giant-Scale Services", IEEE Internet Computing, Pages 46-55, July/Aug 2001.
- [Brewer, 2012] Brewer E., "CAP Twelve Years later: How the Rules Have Changed", IEEE Computer, Pages 23-29, February 2012.
- [Cadzow, 2012] Cadzow S., "The protection of privacy in the i-Tour framework", Journal of Ubiquitous Systems and Pervasive Networks, 2012, Vol.4, N. 1, pp. 15-20
- [Caragliu et al., 2009] Caragliu, A., Del Bo, C., Nijkamp, P. (2009), Smart cities in Europe, paper discusso alla 3rd Central European Conference in Regional Science – CERS, Kosice (sk), 7-9 ottobre 2009.
- [Checkout] Checkout Payment Management, <https://www.2checkout.com/online-payment-processing/>
- [Chen et al., 2011] Chen, L., Peng, Y., Tseng, Y. (2011). An infrastructure-less framework for preventing rearend collision by vehicular sensor networks, IEEE Communications Letters 15(3).
- [Chiti, Fantacci, 2006] F. Chiti and R. Fantacci, "Wireless sensor network paradigm: Overview on communication protocols design and application to practical scenarios," EURASIP Newsletter, vol. 17, no. 4, pp. 6–27, December 2006.
- [Chiti, Fantacci, 2010] F. Chiti, R. Fantacci, "Urban Microclimate and Traffic Monitoring with Mobile Wireless Sensor Networks", in Wireless Sensor Networks, INTECH, 2010, ISBN: 978-953-307-321-7.
- [Collobert et al., 2011] R. Collobert, J. Weston, L. Bottou, M. Karlen, K. Kavukcuoglu and P. Kuksa, Natural Language Processing (Almost) from Scratch, in Journal of Machine Learning Research, vol. 12, 2011, pp. 2461-2505.
- [Comarch] Comarch Billing System for Convergent Services, <http://www.comarch.com>
- [Comverse] Comverse Kenan FX, <http://www.comverse.com>
- [Conti et al., 2011] Conti G., Magliocchetti D., Devigili F., De Amicis R. (2011), i-Tour: un client 3D per dispositivi portatili a supporto della mobilità urbana sostenibile, in «Atti 15a Conferenza Nazionale ASITA», Reggia di Colorno 15-18 novembre 2011, pp. 709-715.
- [Conti et al., 2011] Conti G., Magliocchetti D., Devigili F., De Amicis R. (2011), The Internet of Places. In «Directions Magazine», Luglio 2011.
- [Conti et al.] Conti G., Magliocchetti D., Devigili F., De Amicis R., "i-Tour: un client 3D per dispositivi portatili a supporto della mobilità urbana sostenibile ", Atti 15<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA - Reggia di Colorno 15-18 novembre 2011
- [Cordova-Lopez , et al., 1007] Cordova-Lopez, L. E., Mason, A., Cullen, J. D., Shaw, A., Al-Shamma'a, A. (2007). Online Vehicle and Atmospheric Pollution Monitoring using GIS and Wireless Sensor Networks, Proc. of ACM Int.l Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys), pp. 87–101.
- [Cunningham , 2002] H. Cunningham, GATE, a General Architecture for Text Engineering, in Computers and the Humanities, vol. 36, 2002, pp. 223-254.

- [Cunningham et al., 2002] Cunningham H.; Maynard D.; Bontcheva K.; Tablan V., "GATE: A Framework and Graphical Development Environment for Robust NLP Tools and Applications", Proceeding of the 40th Anniversary Meeting of the Association for Computational Linguistics, 2002.
- [DatexII, 2011] DATEX II specifications. Available on Web: <http://www.datex2.eu/>.
- [Delling, Nannicini, 2008] Daniel Delling and Giacomo Nannicini, Core Routing on Dynamic Time-Dependent Road Networks, Ecole Polytechnique, number 2008/12/2164, Optimization On Line, 2008.
- [Edmunds, Morris, 2000], Edmunds A, Morris A, (2000), The problem of information overload in business organisations: a review of the literature, in International Journal of Information Management, 20 (1), February 2000, pp.17-28.
- [Eliasson, 2009] Eliasson, J., Hultkrantz, L., Nerhagen, L., Smidfelt Rosqvist, L., (2009), The Stockholm congestion - charging trial 2006: Overview of effects, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 43(3), March 2009, pp. 240–250.
- [eMotion] - <http://www.emotion-project.eu/>
- [Europeana] Europeana Portal - <http://www.europeana.eu/portal/>
- [Everitt 2001] Everitt B, Landau S, Leese M et al (2001) Cluster analysis. Arnold, London
- [Fiorentino et al., 2012] Fiorentino A., De Gioia C., Gaido M., Conti G., Magliocchetti D., De Amicis R., Kipp W. (2012), Mobile Integration Platform Concept: The Naples Pilot Test Site, in «Procedia - Social and Behavioral Sciences», V. 48, pp. 1855-1864.
- [Fiorentino et al] Fiorentino A., De Gioia C., Gaidob M., Contic G., Magliocchetti D., De Amicisc R., Kippd W., "Mobile integration platform concept: the Naples pilot test site", Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2012, Vol. 48, pp. 1855–1864
- [Fiorentino, 2011] Fiorentino A., Rovito P., Straccali S., Donnari D. (2011), Innovative Technologies to Estimate Public Transport Load In-Real Time by Video Content Scene Analysis, in «Procedia Computer Science», Volume 5, pp. 926-931.
- [Fogg, 2006] Fogg J.B., (2006) Tecnologia della persuasione. Un'introduzione alla captologia, la disciplina che studia l'uso dei computer per influenzare idee e comportamenti, Apogeo, Milano.
- [Fu et al., 2012] L. Fu, X. Peng, Y. Yu, J. Mylopoulos, W. Zhao, "Stateful Requirements Monitoring for Self-Repairing Socio-Technical Systems", in Proc. of 20th IEEE Int Conf. on Req. Eng. Conference (RE), pp. 121-130, 2012.
- [Gabrilovich2007] GABRILOVICH, Evgeniy; MARKOVITCH, Shaul. Computing semantic relatedness using wikipedia-based explicit semantic analysis. In: Proceedings of the 20th international joint conference on artificial intelligence. 2007. p. 12.
- [Gao, et al., 2010] Gao, H., Utecht, S., Patrick, G. & Hsieh, G. (2010). High speed data routing in vehicular sensor network, Journal of Communications 5(3).
- [Geneva] Geneva - Convergys Infynys Rating and Billing, <http://www.Convergys.com>
- [Hamada and Qader, 2014] M. M. Hamad and B. A. Qader, "Knowledge-Driven Decision Support System Based on Knowledge Warehouse and Data Mining for Market Management", Int. Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAEM), Vol. 3(1), 2014.
- [Hemmelmayr et al., 2009] Vera C. Hemmelmayr, Karl F. Doerner and Richard F. Hartl, A variable neighborhood search heuristic for periodic routing problems (2009), in: European Journal of Operational Research, 195:3(791 - 802)
- [Horkoff and Yu, 2011] J. Horkoff and E. Yu, "Analyzing goal models: different approaches and how to choose among them", in Proc. of the 2011 ACM Symposium on Applied Computing, pp. 675-682, 2011.
- [inspire] - [www.ec-gis.org/inspire](http://www.ec-gis.org/inspire)
- [instant-mobility] - <http://www.instant-mobility.org/>
- [In-Time] - <http://www.in-time-project.eu>
- [Ismail et al., 2013] Karim Ismail; Tarek Sayed; Nicolas Saunierc, "A methodology for precise camera calibration for data collection applications in urban traffic scenes", Canadian Journal of Civil Engineering, 2013
- [i-Tour] - <http://www.itourproject.com>
- [Kingm, Brown, 2007] King, S. F., Brown, P. (2007), Fix my street or else: using the internet to voice local public service concerns, in ICEGOV '07 proceedings of the 1st international conference on theory and practice of electronic governance, pp. 72-80.

- [Laisheng et al., 2009] Laisheng, X., Xiaohong, P., Zhengxia, W., Bing, X. & Pengzhi, H. (2009). Research on traffic monitoring network and its traffic flow forecast and congestion control model based on wireless sensor networks, *Measuring Technology and Mechatronics Automation*, 2009. ICMTMA '09. International Conference on, Vol. 1, pp. 142–147.
- [Linde et al., 2010] Linde, P., Messeter, J. (2010), *Media Places – Digital Flows in Urban Modernity, Culture of Ubiquitous Information*, research seminar Interweaving Technologies, Copenhagen, November 2010.
- [Linked Data] <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- [Liu, Biderman and Ratti, 2009] Liu L.; Biderman A.; Ratti C., "Urban mobility landscape: Real time monitoring of urban mobility patterns", *Proceedings of the 11th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, 2009.
- [LOD] <http://esw.w3.org/topic/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData>
- [Lori, Martello, Pretolani, 2010] Manuel Iori, Silvano Martello and Daniele Pretolani, An aggregate label setting policy for the multi-objective shortest path problem (2010), in: *European Journal of Operational Research*, 207:3(1489 - 1496)
- [Ltifi et al., 2012] H. Ltifi, G. Trabelsi, M. B. Ayed and A. M. Alimi, "Dynamic Decision Support System Based on Bayesian Networks", *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, Vol. 1(1), pp. 22-29, 2012.
- [Maischberger, 2009] Mirko Maischberger, Optimising node coordinates for the shortest path problem, in: 8' Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization, pages 93--96, 2009
- [Martinez, 2004] Martinez, K., Hart, J. Ong, R. (2004). *Environmental Sensor Networks*, *IEEE Computer Journal* 37: 50–56.
- [Meier, 2003] Meier W., "eXist: An Open Source Native XML Database", *Web, Web-Services, and Database Systems - Lecture Notes in Computer Science*, page 169-183, Volume 2593/2003, 2009
- [Melucci, 1982], Melucci A. (1982), *L'invenzione del presente. Movimenti, identità, bisogni individuali*, il Mulino, Bologna.
- [MISTIC] MISTIC-piattaforma integrata-Floating Car Data. F. Biora, F. D'Aprile, R. Marinò; "A large scale application for Bluetooth-based travel time measurement in the Netherlands"; 19th ITS world congress, Wien, 22th-26th October 2012.
- [Nadkarni et al., 2011] P.M. Nadkarni, L.O. Machado and W.W. Chapman, Natural language processing: an introduction, in *Journal of the American Medical Information Association (JAMIA)*, vol. 18, 2011, pp. 544-551.
- [Nagata et al., 2010] Yuichi Nagata, Olli Bräysy and Wout Dullaert, A penalty-based edge assembly memetic algorithm for the vehicle routing problem with time windows (2010), in: *Computers & Operations Research*, 37:4(724 – 737)
- [Nannicini et. Al., 2008] Giacomo Nannicini, Daniel Delling, Dominik Schultes and Leo Liberti, Bidirectional A\* Search on Time-Dependent Road Networks, *Ecole Polytechnique*, number 2008/11/2149, Optimization on line, 2008
- [Nowacki, 2012] G. Nowacki, "Development and Standardization of Intelligent Transport Systems", in *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol. 6(3), pp. 403-411, 2012.
- [Obenshain, 2004] Obenshain M.K., "Application of Data Mining Techniques to Healthcare Data", *Infection Control and Hospital Epidemiology*, Pages 690-695, Volume 25, Number 8, 2004.
- [Olsen, 2008] R. Olsen, "Computational Finance as a Driver of Economics (Developmental tools)", *IEEE Computational Intelligence Magazine*, Vol. 3(4), pp.35-38, 2008.
- [ORACLE] Oracle Billing and Revenue Management (formerly Portal Infranet), [http://docs.oracle.com/cd/E16754\\_01/doc.75/e23300.pdf](http://docs.oracle.com/cd/E16754_01/doc.75/e23300.pdf)
- [Ordóñez, 2010] Fernando Ordóñez, Robust Vehicle Routing, in: *Tutorials in Operations Research*, pages 153--178, INFORMS, 2010
- [Pang and Lee, 2008], B. Pang and L. Lee, Opinion mining and sentiment analysis, in *Foundations and Trends in Information Retrieval*, vol. 2(1-2), 2008, pp. 1-135.
- [Pang et al., 2002] B. Pang, L. Lee, and S. Vaithyanathan, Thumbs up? Sentiment classification using machine learning techniques, In *Proc. of the Conference on Empirical Methods in NLP*, Philadelphia, PA, 2002, pp. 79-86.

- [Paskaleva, 2011] Paskaleva, K. (2011), Smart Cities: A nexus of open innovation?, in «Intelligent Buildings International», A special issue on Smart Cities, 3(3), July 2011, pp. 153-171.
- [Pei-Yun Hsueh et al. 2009] Pei-Yun Hsueh, Prem Melville, and Vikas Sindhwani. 2009. Data quality from crowdsourcing: a study of annotation selection criteria. In HLT '09: Proceedings of the NAACL HLT 2009 Workshop on Active Learning for Natural Language Processing, pages 27–35, Morristown, NJ, USA. Association for Computational Linguistics.
- [Perimeta] Available: <http://www.bris.ac.uk/civilengineering/research/systems/projects/perimeta.html>
- [Pinart, 2009] Pinart, C., Calvo, J. C., Nicholson, L., Villaverde, J. A. (2009). ECall-compliant early crash notification service for portable and nomadic devices, Proc. of IEEE VTC2009-Spring, Barcelona, Spain.
- [Position Paper di TTS Italia, 2010] “Il Position Paper di TTS Italia e l’attuazione della Direttiva 2010/40/UE sul quadro generale per la diffusione dei sistemi intelligenti di trasporto”, Associazione italiana della Telematica per i Trasporti e la Sicurezza, Verona, aprile 2012
- [Power and Sharda, 2007] D. J. Power and R. Sharda, “Model-driven decision support systems: Concepts and research directions”, Decision Support Systems, Vol. 43(3), pp. 1044-1061, 2007.
- [Power, 2000] D. J. Power, “Web-based and model-driven decision support systems: concepts and issue,” 2000. Available: <http://dssresources.com/faq/pdf/167.pdf>
- [Raith, Ehr Gott, 2009] Andrea Raith and Matthias Ehr Gott, A comparison of solution strategies for biobjective shortest path problems (2009), in: Comput. Oper. Res., 36:4(1299--1331)
- [Rancourt et al., 2013] Marie-Eve Rancourt, Jean-François Cordeau and Gilbert Laporte, Long-Haul Vehicle Routing and Scheduling with Working Hour Rules (2013), in: Transportation Science, 47:1(81-107)
- [Ratner, Miller, 2001] Ratner R., Miller D. (2001), The norm of self-interest and its effects on social action, in Journal of Personality and Social Psychology, 81, pp. 5-16.
- [Resch, B., Mittlboeck, M., Girardin, F., Britter, R. (2009). Real-time geo-awareness-sensor data integration for environmental monitoring in the city, AGISWS'09.
- [Rion Snow, et al. 2008] Rion Snow, Brendan O'Connor, Daniel Jurafsky, and Andrew Ng. 2008. Cheap and fast – but is it good? Evaluating non-expert annotations for natural language tasks. In Proceedings of the EMNLP 2008, pages 254–263, Honolulu, Hawaii, October.
- [Saaty, 2008] Saaty T., “Decision making with the analytic hierarchy process,” International Journal Services Sciences, 2008.
- [Santini et al., 2008] Santini, S., Ostermaier, B. Vitaletti, A. (2008). First Experiences using Wireless Sensor Network for Noise Pollution Monitoring, Proc. of 3rd ACM Workshop on Real-World Wireless Sensor Networks (REALWSN'08), Glasgow, United Kingdom.
- [SAP] SAP AG SAP Convergent Charging (formerly Highdeal) and SAP Convergent Invoicing, <http://help.sap.com/cc>
- [Scarffe2009] Scharffe F., Euzenat J.: Alignments for data interlinking: analysed systems. <http://melinda.inrialpes.fr/systems.html> (2009)
- [Shu-Chiung, et al., 2009] Shu-Chiung, H., You-Chiun, W., Chiuan-Yu, H., Yu-Chee, T. (2009). A Vehicular Wireless Sensor Network for CO2 Monitoring, Proc. of IEEE Sensors, pp. 1498 – 1501.
- [Skos] W3C Semantic Web Deployment Group: SKOS simple knowledge organization system reference. URL <http://www.w3.org/TR/2009/REC-skos-reference-20090818/> (2009)
- [Small, Gomez-Ibanez, 1998] Small, K. A., Gomez-Ibanez, J. A.(1998), Road Pricing for Congestion Management: The Transition from Theory to Policy, UC Berkeley, University of California Transportation Center.
- [Somasundaram et al., 2013] Somasundaram, G.; Sivalingam, R.; Morellas, V.; Papanikolopoulos, N., "Classification and Counting of Composite Objects in Traffic Scenes Using Global and Local Image Analysis," Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on , vol.14, no.1, pp.69,81, 2013
- [Sprague, 1980] C. E. D. Sprague, R. H., Building effective decision support systems, 1982.
- [SWEO] <http://www.w3.org/2001/sw/sweo/>
- [Taboada et al., 2011] M. Taboada, J. Brooke, M. Tofiloski, K. Voll and M. Stede, Lexicon-based methods for sentiment analysis, in Journal of Computational Linguistics, vol. 37(2), 2011, pp. 267-307.
- [Tordai2009] Tordai A., van Ossenbruggen J., Schreiber G.: Combining vocabulary alignment techniques. In: Proc. of the fifth int. conf. on Knowledge capture (K-CAP '09). ACM, New York, NY, USA, pp 25-32 (2009)

- [Toschi, 2011] Toschi L., (2011) La comunicazione generativa, Apogeo, Milano.
- [Triantaphyllou e Mann, 2995] Evangelos Triantaphyllou , Stuart H. Mann “Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges,” Inter’l Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice, 1995.
- [Tse, 2011] Tse, R. T. S., Dawei, L., Hou, F., Pau, G. (2011). Bridging vehicle sensor networks with social networks: Applications and challenges, Communication Technology and Application (ICCTA 2011), IET International Conference on, pp. 684 –688.
- [Tsugawa, Kato, 2010] Tsugawa, S. & Kato, S. (2010). Energy its: Another application of vehicular communications, IEEE Communications Magazine 48(11): 120–126.
- [Valduriez, Pacitti, 2005] Valduriez P.; Pacitti E., "Data Management in Large-scale P2P Systems", High Performance Computing for Computational Science Vecpar 2004 - Lecture Notes in Computer Science, Volume 3402, 2005
- [Viajeo] - <http://www.viajeo.eu/>
- [Volz2009] Volz J., Bizer C., Gaedke M., Kobilarov G.: Silk—A link discovery framework for the Web of Data. In: Proceedings of the 2nd international workshop on Linked Data on the Web (LDOW). Madrid, Spain (2009)
- [Wellsandt, Eschenbaecher, 2011] Wellsandt, S., Eschenbaecher, J., (2011), First results of a scenario for mobility service centres in a smart city environment, in eChallenges 2011, 26-28 October; Florence, Italy.
- [Wik, 2013] Wik P., "Big Data as a Service", 2013, Service Technology Magazine, Volume 70
- [Wong et al., 1009] Wong, K., Chua, C., Li, Q. (2009). Environmental monitoring using wireless vehicular sensor networks, IEEE WCNMC’09.
- [Woolf, Baker and Gianchandani, 2010] Woolf B.P.; Baker R.; Gianchandani E.P., "Enabling Personalized Education", Computing Community Consortium, Version 9, September 2010
- [Yung, 2001] Yung, N. H C; Lai, A. H S, "An effective video analysis method for detecting red light runners," Vehicular Technology, IEEE Transactions on , vol.50, no.4, pp.1074,1084, 2001
- [Zenith] Zenith - <http://www-sop.inria.fr/teams/zenith/>
- [Zhenga et al., 2013] Jianyang Zhenga, Xiaolei Mab, Yao-Jan Wuc & Yin Hai Wangd, " Measuring Signalized Intersection Performance in Real-Time with Traffic Sensors", Intelligent Transportation Systems, Journal of, 2013 DOI:10.1080/15472450.2013.771105
- [Zicari, 2013] Zicari R., " Big Data: Challenges and Opportunity", Big Data Computing To Be Published 26th July 2013 by Chapman and Hall/CRC.

## 6 Acronimi

- API: Application Program Interface
- AVL: Automatic vehicle location
- AVM: Automatic Vehicle Monitoring
- BDaaS: Big Data as a Service
- CAP principle: Consistency Availability Partition Tolerance principle
- CBB: Content Based Billing
- CBB: Content Based Billing
- CEN: European Committee for Standardization
- DBMS: database management system
- FCD: Floating Cellular Data
- GPRS: General packet radio service
- GPS: Global positioning System
- GSM: Global System for Mobile
- ICT: Information and Communication Technologies
- ITS: Intelligent Transport Systems
- LCD: liquid-crystal display
- LOD: linked open data
- MC: Mobile Collector

- MMS: Multimedia Messaging Service
- NLP: Natural Language Processing
- NoSQL: no SQL database
- OD: open data
- OD: Open Data
- OGC: Open Geospatial Consortium
- OWL: Web Ontology Language
- PA: Pubblica Amministrazione
- PMI: Piccola e Media Impresa
- PMS: Private Mobile Systems
- POS: part-of-speech
- RDF: Resource Description Framework
- RFID: Radio Frequency IDentification o Identificazione a radio frequenza
- RTTI: Real-time Travel & Traffic Information
- SDI: Spatial Data Infrastructures
- SII: sistema di interoperabilità integrato
- SIMONE: progetto Simone
- SMS: Short Message Service
- SN: social networking, oppure sensor network
- SOA: Service Oriented Architecture
- SOAP: Simple Object Access Protocol
- SSAMM: Agenzia per la Mobilità Metropolitana strumenti di supporto, TOSCANA
- TPEG: Transport Protocol Experts Group
- TPL: gestore trasporto pubblico locale
- UML: Unified Modeling Language
- UMTS: Universal Mobile Telecommunications System
- UTC: Urban Traffic Control
- UUDI: Universal Description Discovery and Integration
- V2I: Vehicle-to-Infrastructure
- V2V: vehicle-to-vehicle
- VMS: Variable Message Sign
- VWSN: Vehicular Wireless Sensor Networks
- W3C: World Wide Web Consortium
- WSD: Word Sense Disambiguation
- WSDL: Web Services Description Language
- WSN: Wireless Sensor Networks
- XMI: XML Metadata Interchange standard di OMG
- XML: Extensible Markup Language
- ZTL: Zona a Traffico Limitato