



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

Integrating Various Terrestrial and Aerial Sensor Data for Transportation Projects

Integracja różnorodnych danych pochodzących z lotniczych
i naziemnych czujników pomiarowych dla projektów transportowych

Autorzy: Jim Peterson, Wildwood Missouri
Ken Spratlin, Westminster Colorado
Opracowanie: Joanna Urbańska, Katarzyna Wawro



Cel:

Charakterystyka różnych metod gromadzenia danych dla projektów transportowych z podziałem na metody lotnicze i naziemne.

Podkreślenie konieczności integracji danych w celu stworzenia wspólnego, **kompletnego modelu 3D**.



Projekty transportowe:

Projekty infrastruktury transportowej oraz opracowywanie i inicjowanie rozwiązań organizacyjnych i systemowych wspierających ich organizację.

Nad projektami w Polsce czuwa CUPT- Centrum Unijnych Projektów Transportowych, powołane w 2007 r., odpowiedzialne m.in. za wykorzystanie funduszy europejskich na budowę nowych odcinków autostrad i dróg ekspresowych.



Droga:

Budowla wraz z drogowymi obiektami inżynierskimi, urządzeniami technicznymi oraz instalacjami, stanowiąca całość techniczno – użytkową, przeznaczona do prowadzenia ruchu drogowego i zlokalizowana w pasie drogowym.



„Cykl życia drogi”

- ➔ PLANOWANIE
- ➔ ROZWÓJ
- ➔ PROJEKT
- ➔ PRAWO DROGI
- ➔ BUDOWA
- ➔ UTRZYMANIE
- ➔ PRACA

Kontrola drogi:

- Obiekty, punkty kontrolne – co 30 - 50 km
- Tarcze sferyczne (pełne sfery, pół-sfery) – co 1.5 – 2 km



Pełna sfera

Metody gromadzenia danych dla projektów transportowych

Metody naziemne

Metody lotnicze



Metody naziemne:

- pomiary geodezyjne
- mapowanie aktywów
- skaning naziemny
- geograficzne systemy informacyjne (GIS)
- Mobile Mapping



Metody lotnicze:

- zdjęcia lotnicze
- lotniczy skaning laserowy – Lidar
- Globalny System Nawigacji Satelitarnej



Mapowanie aktywów

W obecnych czasach coraz powszechniejsze staje się stosowanie narzędzi do zarządzania cyklem życia produktu, co prowadzi do powstawania coraz większej ilości aktywów 3D. Aktywa te stanowią rozwiązanie symulacyjne mające na celu ułatwienie m.in. obsługę i konserwację produktu, którym w naszym przypadku jest droga. Aktywa 3D charakteryzują się wykorzystaniem wizualizacji w celu symulacji sytuacji na drodze, co pozwala na odtworzenie potencjalnych rzeczywistych sytuacji i zapobieganie zagrożeniom, które za sobą niosą. Proces mapowania aktywów 3D należy do usług inżynierskich, stąd złożony proces mapowania.



Mapowanie aktywów- cechy charakterystyczne:

- szybsze tempo gromadzenia niż przy pomiarach tradycyjnych
- każdy aktyw posiada lokalizację wraz z odpowiednimi meta danymi
- niewymagana wysoka dokładność (lokalizacji aktywów)
- dane wydawane w formatach GIS lub *shapefile*, *geodatabase*

WŁAŚCIWOŚCI DROGI

AKTYWA	WŁAŚCIWOŚCI GEOMETRYCZNE	SKRZYŻOWANIE	STAN NAWIERZCHNI	INWENTARYZACJA JEZDNI
<p>Systemy barier</p> <p>Parkingi uliczne</p> <p>Oznakowania nawierzchni</p> <p>Przeszkody drogowe</p> <p>Dudniące pasy</p> <p>Chodnik</p> <p>Znaki</p> <p>Oświetlenie Uliczne</p>	<p>Nachylenie</p> <p>Spadek poprzeczny</p> <p>Krzywizna</p>	<p>Konfiguracja i wymiary</p> <p>Kontrola ruchu</p> <p>Sygnalizacja skrzyżowań</p> <p>Kontrolowanie skrzyżowań znakami STOP</p>	<p>Krawędź jezdni</p> <p>Profilowanie nawierzchni</p> <p>Właściwości przeciwpoślizgowe</p> <p>Międzynarodowy wskaźnik chropowatości</p>	<p>Mosty</p> <p>Dojazdy</p> <p>Podjazdy</p> <p>Pasy ruchu</p> <p>Pas środkowy</p> <p>Przejazdy kolejowe</p> <p>Rampy</p>



Skaning naziemny

W przypadku kiedy obiekt inżynierski jest odległy, znacznie oddalony od stanowiska pomiarowego, lub dostęp do niego jest utrudniony skaning laserowy może być jedyną możliwością wykonania dokładnych pomiarów. Dzięki wysokiej precyzji i dużej prędkości pozyskiwania danych można zbadać geometrię i wymiary obiektu w relatywnie krótkim czasie.



Skaning naziemny - cechy charakterystyczne:

- gromadzi bogate w informacje dane, (w tempie 1-2 mili dziennie)
- rejestruje georeferencyjne zdjęcia skośne
- pozwala na łatwe wykonanie modeli 3D
- dane wydawane w formatach CAD
- mniejsze zagrożenie ze strony ruchu drogowego niż w przypadku tradycyjnego miernictwa



Innym przykładem skaningu wykorzystywanego na drogach może być technika laserowa w meteorologii drogowej. Stosowane są obecnie niewielkich rozmiarów czujniki przypominające kamerę termowizyjną. Taki instrument pomiarowy instalowany może być na dowolnej konstrukcji wsporczej usytuowanej nad, lub obok jezdni w odległości nie większej niż 15m od nawierzchni. Czujnik emituje w kierunku jezdni wiązkę promieniowania podczerwonego o różnych długościach fal, a następnie dokonuje analizy promieniowania odbitego. Określa stan nawierzchni i kwalifikuje go do jednej z następujących kategorii: sucha, wilgotna, mokra, oblodzona, pokryta szronem, śniegiem, lub błotem pośniegowym, przy czym jest w stanie określić grubość warstw wody, śniegu, lodu z dokładnością do 10 mikrometrów. Dzięki wysokiej skuteczności działania i prostej instalacji jest coraz częściej wykorzystywany do monitorowania przyczepności nawierzchni, również w Polsce w ramach realizacji lokalnych systemów poprawy stanu bezpieczeństwa ruchu.



Laserowy, bezinwazyjny czujnik
stanu nawierzchni- DSC111



Mobile mapping

Mobile mapping jest dynamiczną rejestracją danych obiektów komunikacyjnych poprzez przejazd samochodu pomiarowego przy bieżącym ruchu. Rejestrowana jest geometria obiektu, wyposażenie i stan techniczny nawierzchni, oraz obiektów towarzyszących (gromadzone są drogowe aktywa). Technologia ta oparta jest na zasadzie przejazdu po mierzonym odcinku trasy komunikacyjnej samochodu pomiarowego wyposażonego w odpowiedni zestaw urządzeń pomiarowych, takich jak: kamery stereo, kamery video, czujniki laserowe, niwelatory, itp. Pozycja pojazdu oraz pomiary taktowane są czasem z satelity GPS, dzięki czemu wszystkie pomierzone obiekty przestrzenne uzyskują swoje dokładne współrzędne geograficzne oraz wysokości.

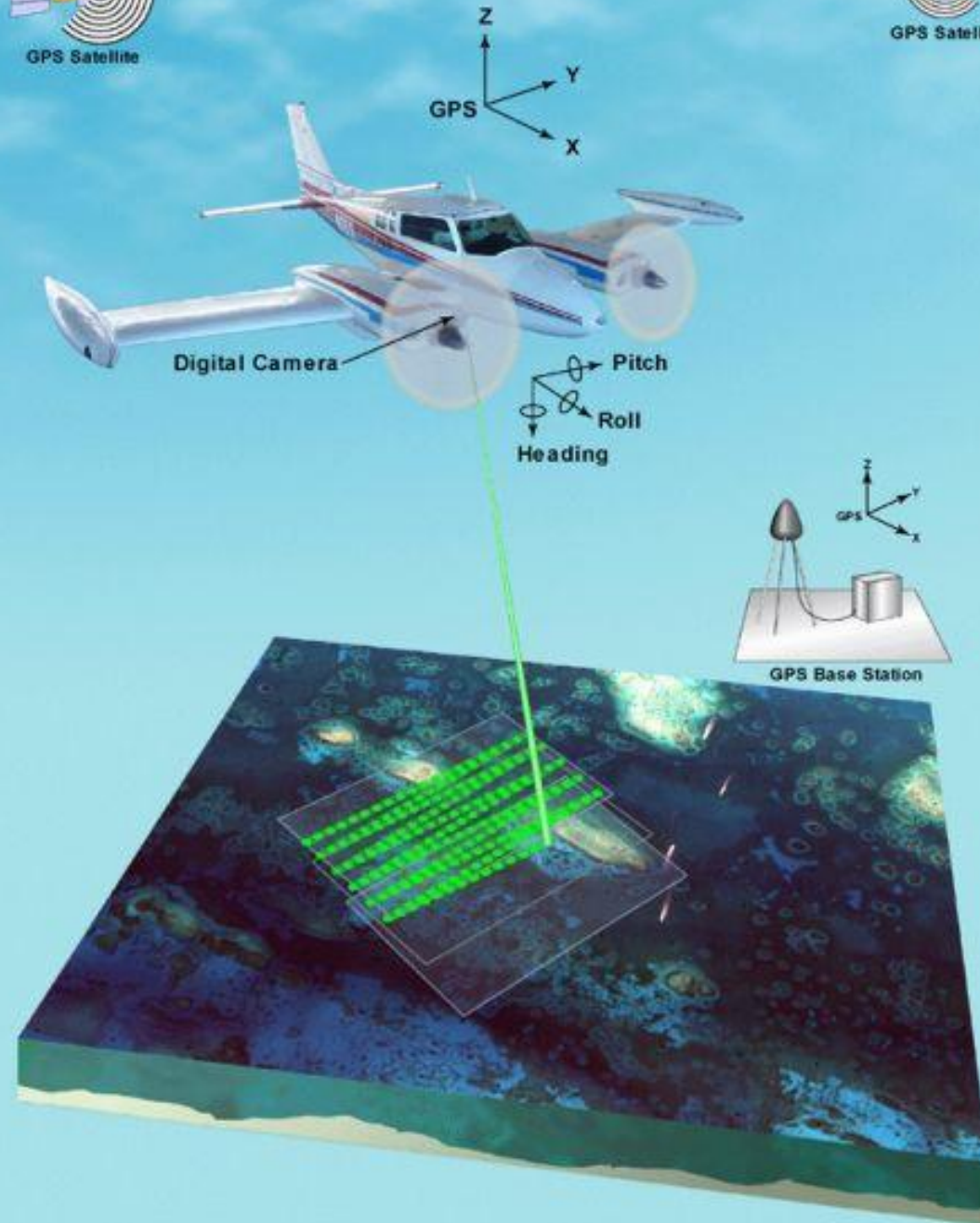


System Trimble Cougar Mobile Mapping



Lidar (Light detection and ranging)

Lidar jest aktywną metodą teledetekcji, zbierającą informacje na temat przestrzeni przy wykorzystaniu urządzenia wysyłającego wiązki światła w kierunku celu będącego przedmiotem pomiarów. Urządzenie wysyła i odbiera setki tysięcy wiązek na sekundę i w wyniku skanowania laserowego rejestruje chmurę punktów, opisującą przestrzeń. Szerokość pasa, jaki skanowany jest w trakcie lotu zależy od wysokości lotu oraz kąta skanowania i przyjmuje wartość kilkuset metrów.





Lidar – cechy charakterystyczne:

- niezależność od warunków oświetlenia
- znaczną niezależność od pogody z wyjątkiem mgły i dużego zachmurzenia
- wysoka dokładność 0.15-0.25 m
- krótki czas opracowania danych i niewysoki koszt
- duża objętość zbiorów danych

PORÓWNANIE METOD

MIEJSCE	PRĘDKOŚĆ POBIERANIA DANYCH	GĘSTOŚĆ PUNKTÓW	DOKŁADNOŚĆ METODY
1	Metody lotnicze	Skaning naziemny	Klasyczne pomiary geodezyjne
2	Mobile mapping	Mobile mapping	Skaning naziemny
3	Skaning naziemny	Metody lotnicze	Mobile mapping
4	GIS/MAP	Klasyczne pomiary geodezyjne	Metody lotnicze
5	Klasyczne pomiary geodezyjne	GIS/MAP	GIS/MAP



Oprogramowanie

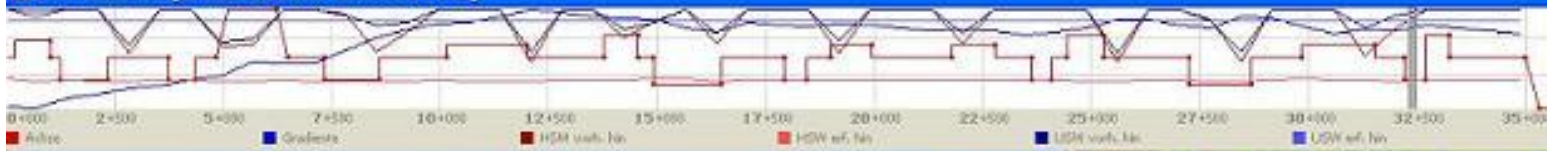
Sprzęt komputerowy biorący udział w dzisiejszym zaawansowanym gromadzeniu danych rozwija się szybciej niż oprogramowanie. Niestety nie ma oprogramowania ani platformy, które obsługiwałoby wszystkie rodzaje danych dostarczanych przez cały cykl życia drogi. Oprogramowanie jest tak różne jak różne są dane w całym cyklu życia drogi. Platformy dla elementów większości projektów transportowych koncentrują się wokół formatów CAD i GIS. Lotnicze elementy są zazwyczaj dostarczane w formatach CAD, pomiarowe również. Aktywa jezdni i elementy kontroli nawierzchni są zazwyczaj dostarczane w formacie GIS. Choć dane służą utworzeniu jednego modelu, nie ma oprogramowania, które obsługiwałoby równocześnie oba formaty. Powstają przy tym dodatkowe niedogodności, gdyż różni użytkownicy muszą mieć dostęp do potrzebnych im danych ze źródła wspólnego modelu, a nie są wprowadzone żadne standardy do zintegrowanej wymiany danych.



CARD/1

W Polsce - symulacja jazdy przy pomocy systemu CARD/1 wykorzystywana w opracowaniach nowych i modernizowanych tras. Już w fazie projektowania możliwe jest sprawdzenie dynamiki jazdy na projektowanej trasie. Z uwzględnieniem prędkości można ocenić istniejące i wymagane odległości widoczności na wyprzedzanie i zatrzymanie, w sposób komfortowy i automatyczny sprawdzić i ocenić jakość projektu lub wprowadzić wymagane korekty parametrów trasowania istniejących tras drogowych i kolejowych.

Jednym z przykładów jest poniższa wizualizacja wykonana przez szczecińską firmę DAMART:



Planungsgitocoen

Fahrbahn	A-B
Richtung	Hinfahrt

Ausgewählt

Station	32+319.45
---------	-----------

Element

Element	R=3000m
E.Länge	402.27m

H-Messer

H-Messer	unendlich
E.Länge	209.32m
Steigung	1.5%

Querschnitt

T-Wert	5.75m
Z-Wert	1.00m
Chöpfung	2.00%, -2.00%
Breite	-4.00m, 6.00m

Horizontale Parameter

HSW (wst)	330.2m (293.4m)
- HStation	32+510
- HPunkt	(2.62, 0.00)m
USW (wst)	409.0m (525.8m)
- HStation	32+500
- HPunkt	(6.31, 0.00)m

Wegleistung

vSt	110km/h
-----	---------

Zielpunkt

Station	32+419.45
---------	-----------

Element

Element	R=3000m
E.Länge	402.27m

H-Messer

H-Messer	2000.0m
E.Länge	411.64m
Steigung	1.2%

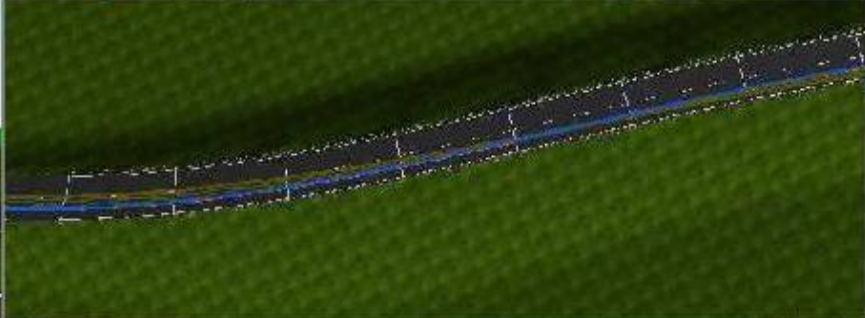
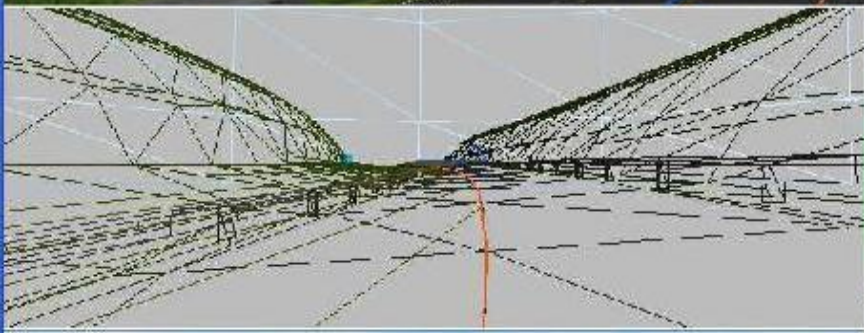
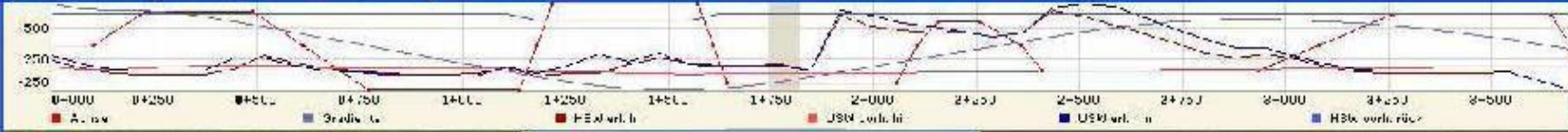
Querschnitt

T-Wert	5.75m
Z-Wert	0.00m
Chöpfung	2.00%, -2.00%
Breite	-4.00m, 6.00m



Ansicht... Schichten... Export...

32319.45 35560



Planungspunkte

- 1+750 m 0,192
- Richt. 1+750
- Station 1+754,74
- Legende
- Element 2+300 m
- E.Länge 410,03 m
- Höheplan
- H.Messw. 19445,4 m
- E.Länge 215,14 m
- Steig. 4,0 %
- Querschnitt
- Wert 0,00 m
- Zwert 1,00 m
- Breite 4,00 m, 4,00 m
- Isometrische -strahlen
- H.M. (erf) 20,8 m (1,0)
- H.Stade 1+825
- H.St. 1+1450, 1,03
- H.M. (erf) 190,6 m (1,25)
- H.St. 1+1025
- H.St. 1+175, 1,03
- Erdenabst.
- v. 90 %
- Zielpunkt
- Station 1+100,74
- Legende
- Element 2+300 m
- E.Länge 410,03 m
- Höheplan
- H.Messw. 19445,4 m
- E.Länge 215,14 m
- Steig. 4,0 %
- Querschnitt
- Wert 0,00 m
- Zwert 1,00 m
- Breite 4,00 m, 4,00 m
- Animation
- Nicht...

Podsumowanie

Jednoczesne wykorzystanie lotniczych i naziemnych metod gromadzenia danych stanowi praktyczne i ekonomiczne rozwiązanie dla projektów transportowych.

Konieczne jest stworzenie jednorodnego i kompletnego modelu 3D, dostępnego dla wszystkich użytkowników przez cały „cykl życia drogi”.



AGH

Kroki jakie należy podjąć w celu integracji lotniczych i naziemnych danych dla projektów transportowych:

- Wprowadzenie wspólnego układu odniesienia dla danych kontrolnych w całym „cyklu życia drogi”.
- Spojrzenie na różne metody gromadzenia danych jak na wzajemne uzupełnienie, a nie konkurencję.
- Wady i zalety różnych metod – ocena praktycznego zastosowania w gromadzeniu danych i atrybutów drogi.
- Stworzenie oprogramowania, które będzie analizować i scalać dane pochodzące z wielu źródeł.



KONIEC

Opracowanie: Joanna Urbańska, Katarzyna Wawro