

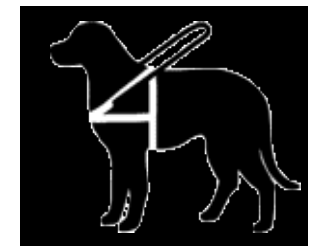
# Systemy wspomagania osób niewidomych w samodzielnym poruszaniu się

*Paweł Strumiłło, Michał Strzelecki*

*Zakład Elektroniki Medycznej*

# Problemy osób niewidomych

- **Utrata wzroku** - podstawy zmysł (90% informacji); wpływa negatywnie na inne funkcje psychofizyczne
- Wykluczenie społeczne i zawodowe (brak wykształcenia, kilka procent zatrudnionych)
- Zależność od pomocy innych osób (rodzina, opiekunowie), tresowanych zwierząt
- 3-4 osób na 1000 mieszkańców Europy to niewidomi (starzejące się społeczeństwo w 2030 25% osób ukończy 65 rok życia)



# Problemy osób niewidomych – samodzielne poruszanie się

## Samodzielne poruszanie się i bezpieczeństwo:

- omijanie przeszkód i innych użytkowników drogi
- lokalizacja nieciągłości nawierzchni (wykopy, schody...)
- unikanie kolizji z pojazdami w ruchu
- unikanie napadów, kradzieży, ...

*Przeprowadzono 20 ankiet  
z osobami niewidomym*

## Nawigacja:

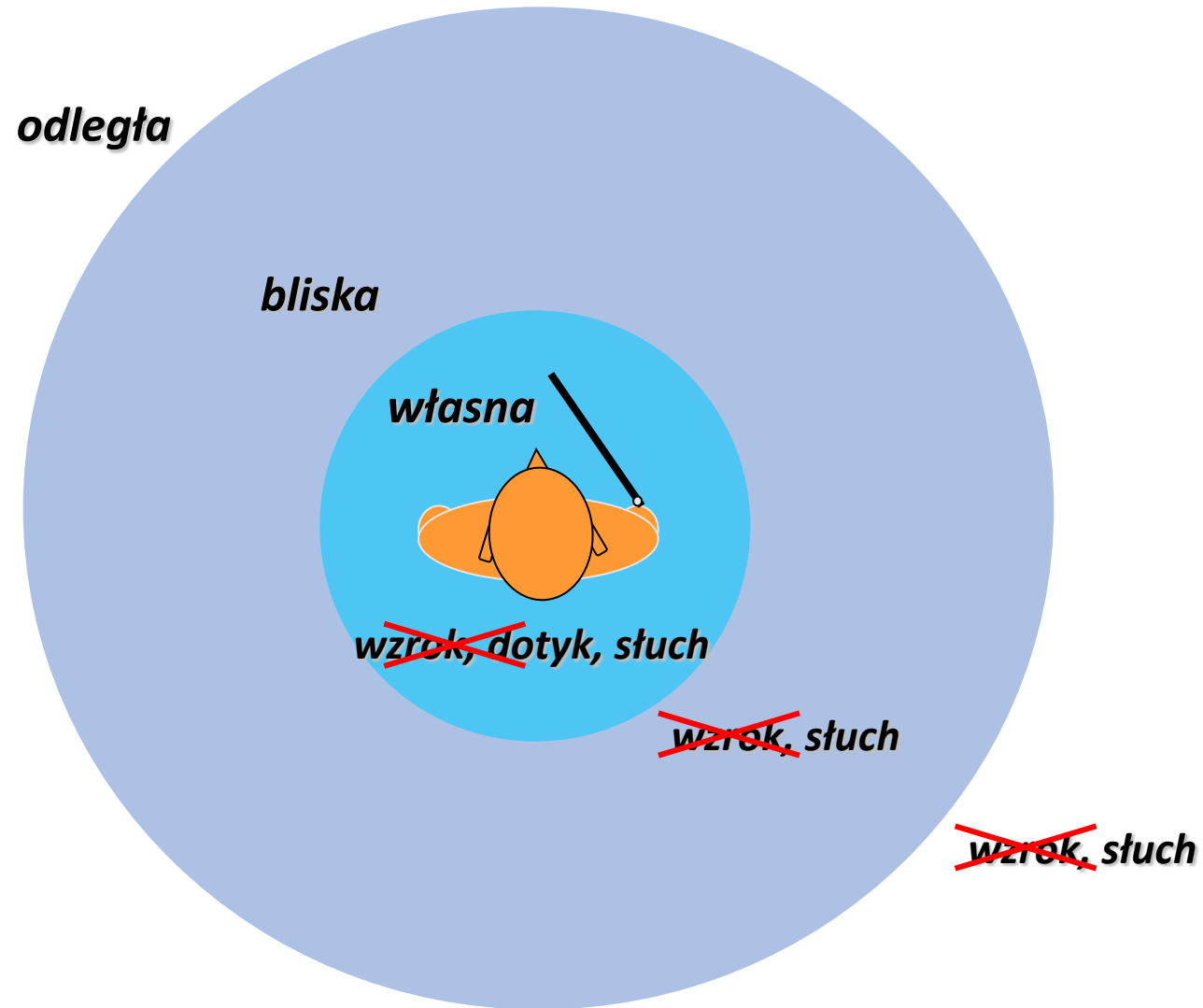
- rozpoznawanie własnej lokalizacji i orientacji względem otoczenia
- utrzymywanie kierunku
- wyznaczanie trasy powrotnej

## Dostęp do informacji:

- tekst, znaki graficzne



# Reguła percepcyjnej ważności



# Biała laska

Powszechnie stosowana przez niewidomych, (ang. **white cane**).  
Wykonywana z aluminium, grafitu lub innych lekkich materiałów.  
Są wersje składane.

Czas treningu ok. 100 godz.

**Zalety:** pomocna w ostrzeganiu o przeszkodach w bliskim otoczeniu (w tym o nieciągłości podłoża: uskoki, krawężniki), tania, lekka, informuje inne osoby o niewidomym.

**Wady:** wymaga ręcznego przeszukiwania otoczenia i kontaktu mechanicznego z przeszkodą, zajęta jedna ręka osoby niewidomej, ograniczony zasięg, nie chroni głowy, może być przyczyną wypadków użytkownika i osób z otoczenia.



# Pies przewodnik

Rzadko wykorzystywany przez niewidomych pomocą (<1% niewidomych), (ang. **guide dog**)

Zalety: zwiększa bezpieczeństwo osoby niewidomej, nawiguje wg nauczanej ścieżki.

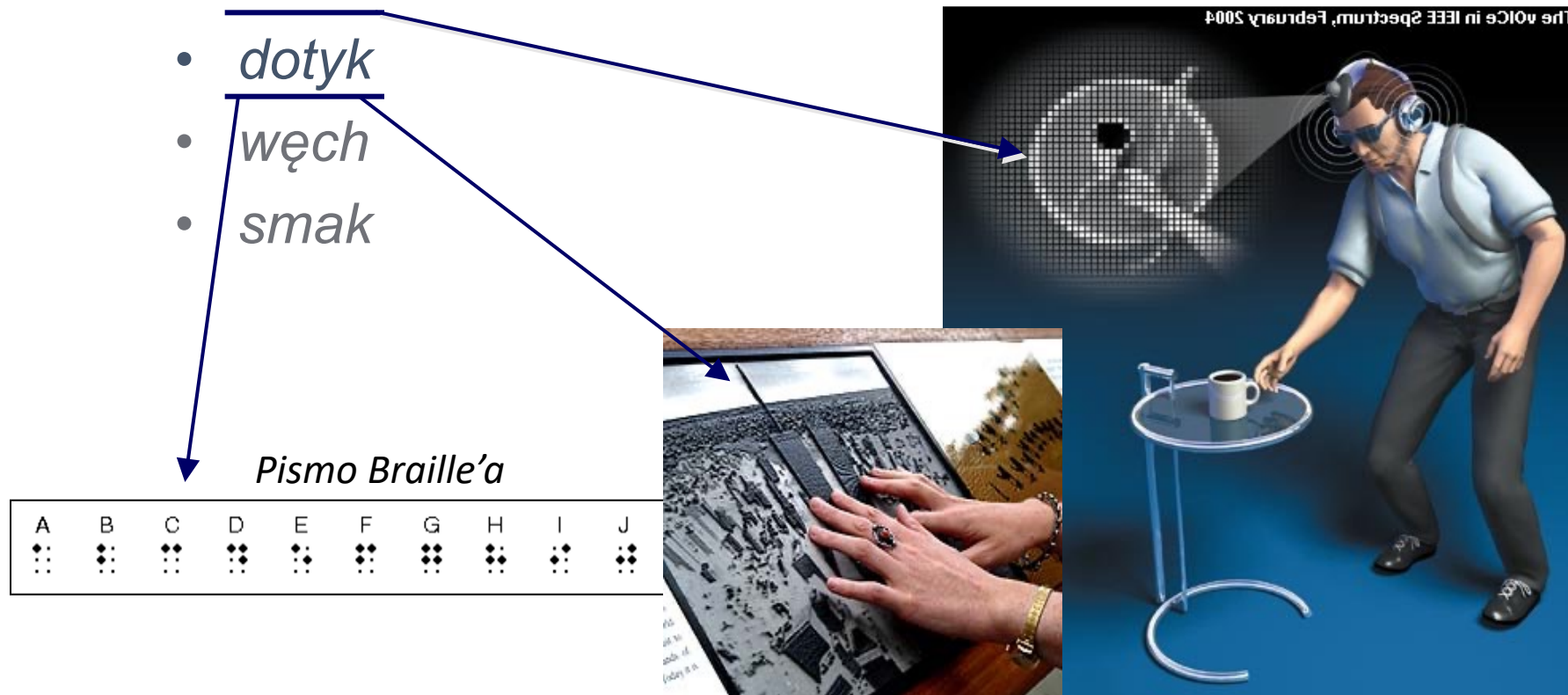
Wady: drogi (ok. 60tys. USD) i długotrwały trening psa, średni czas korzystania z pomocy psa ok. 6 lat, pies wymaga dodatkowej opieki i ponoszenia kosztów utrzymania, kłopotliwe korzystanie ze środków transportu, w praktyce utrudniony dostęp do sklepów, urzędów, ...



[Leonard Cheshire Disability](#)

# Idea substytucji sensorycznej

- ~~wzrok (80-90% informacji o otoczeniu)~~
- słuch
- dotyk
- węch
- smak



# Kazimierz Noiszewski (1859–1930)

- profesor okulistyki USB (1919-21) i UW (1921-29); opracował oryginalną metodę przeszczepiania rogówki (1921)
- skonstruował **elektroftalm** (tzw. sztuczne oko), urządzenie przetwarzające energię świetlną (fotokomórka selenowa) na bodźce dźwiękowe (**1889**)

Klinika Okulistyki  
Wydziału Lekarskiego  
Akademii Medycznej w Warszawie



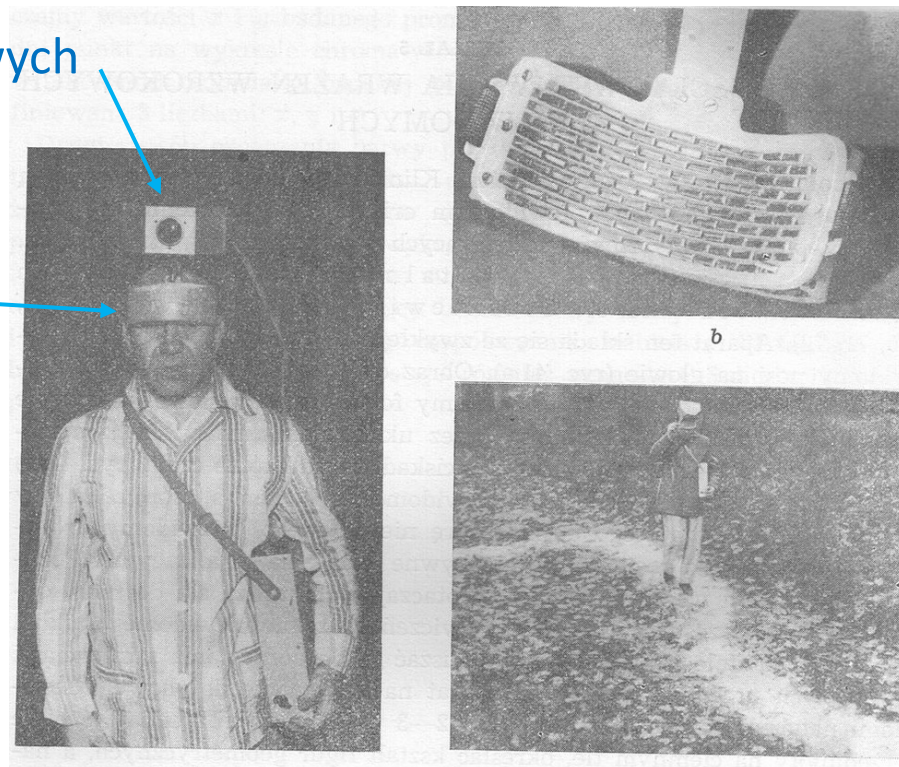


# Witold Starkiewicz (1906–1978)

- lekarz-okulista, naukowiec i nauczyciel akademicki, profesor i rektor Pomorskiej Akademii Medycznej
- rozszerzył konstrukcję **elektroftalmu**, urządzenie przetwarzało energię świetlną na bodźce dotykowe (**1960**)

120 fotoczułych elementów kadmowych

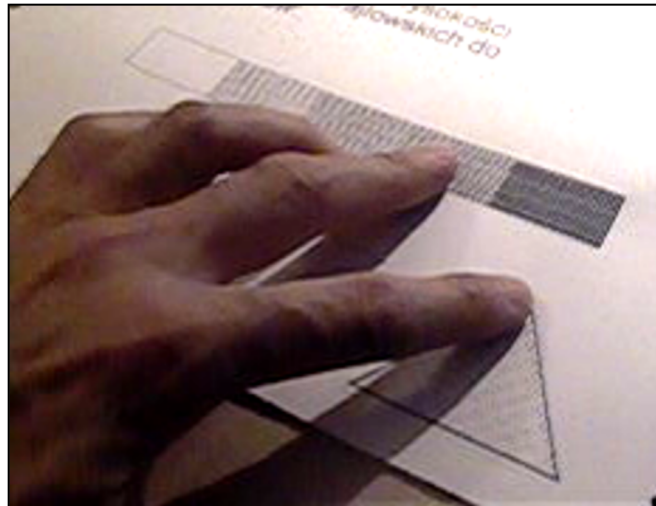
120 uciskadeł elektromagnetycznych



<https://pl.wikipedia.org/wiki/Elektroftalm>

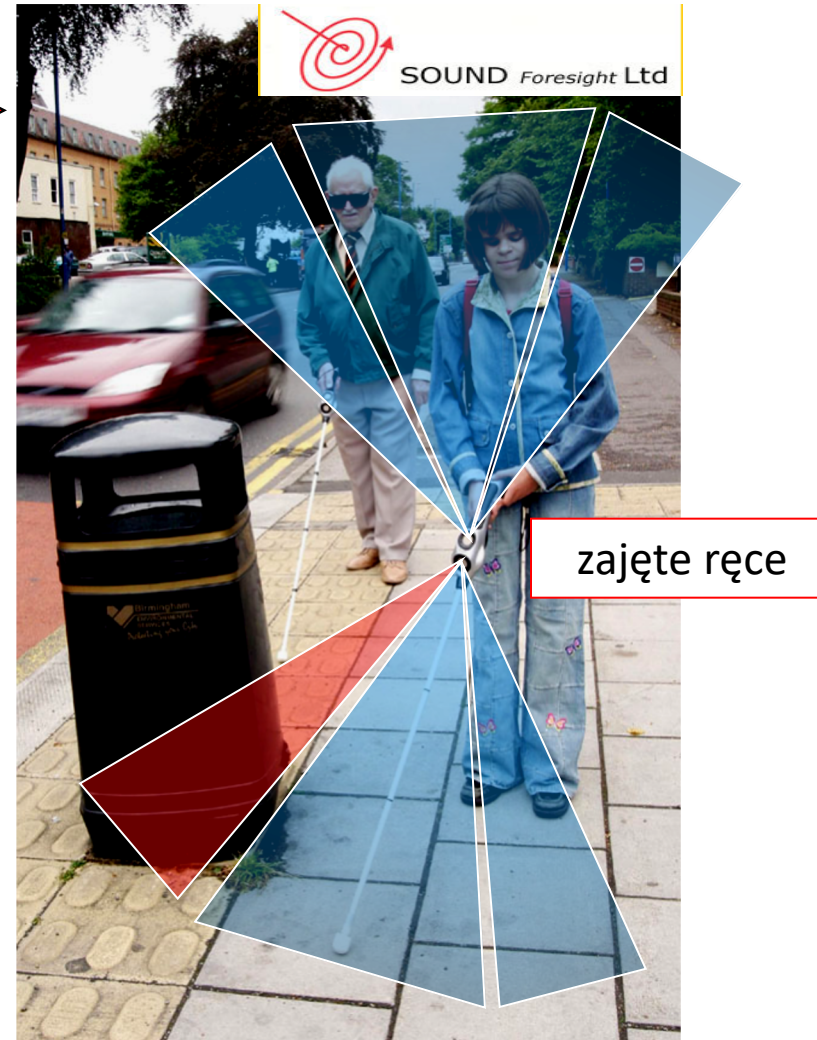
# Systemy wspomaganie osób niewidomych

dotyk



*Pismo Braille*

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
⠁	⠃	⠉	⠙	⠑	⠕	⠗	⠓	⠋	⠊

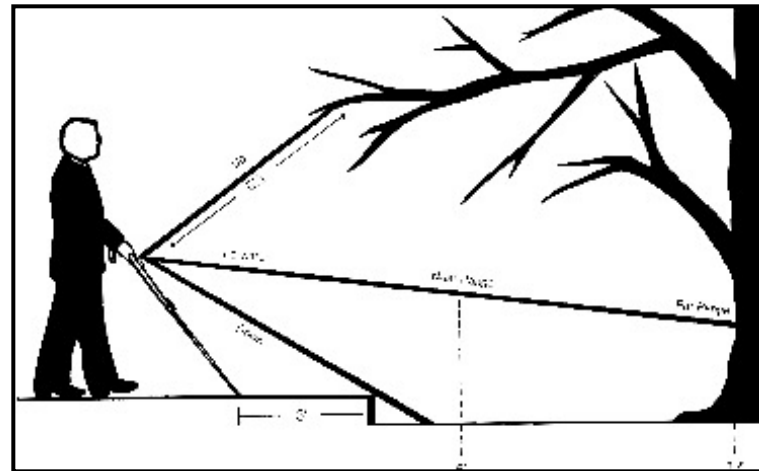


# Systemy ostrzegania o przeszkodach

## Ulepszenia „białej laski”

- rozszerzone pole wykrywania przeszkód

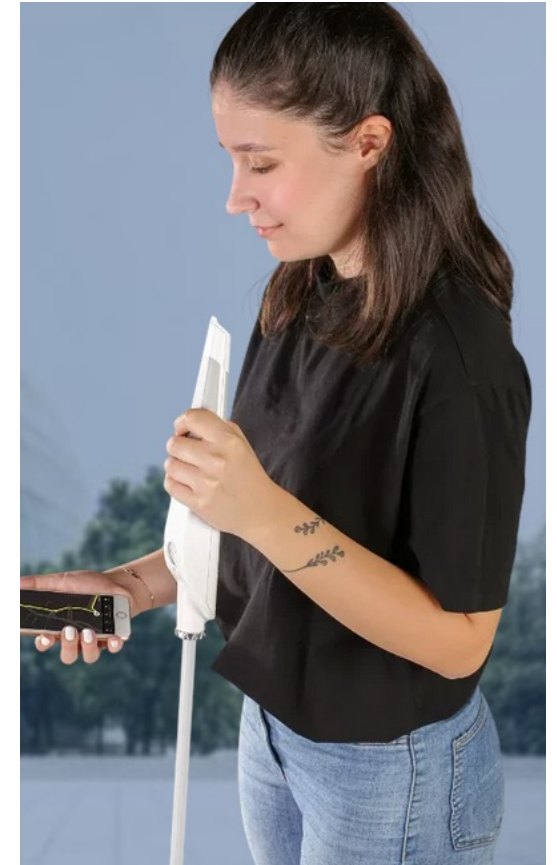
## LaserCane, UltraCane, SonarCane



# WeWalk system



- wykrywanie przeszkód powyżej klatki piersiowej
- sterowanie głosowe z użyciem smartfona
- nawigacja
- wyszukiwanie obiektów w pobliżu
- informacje o transporcie publicznym
- **trudności w opanowaniu funkcjonalności systemu**
- **cena: 600 \$**



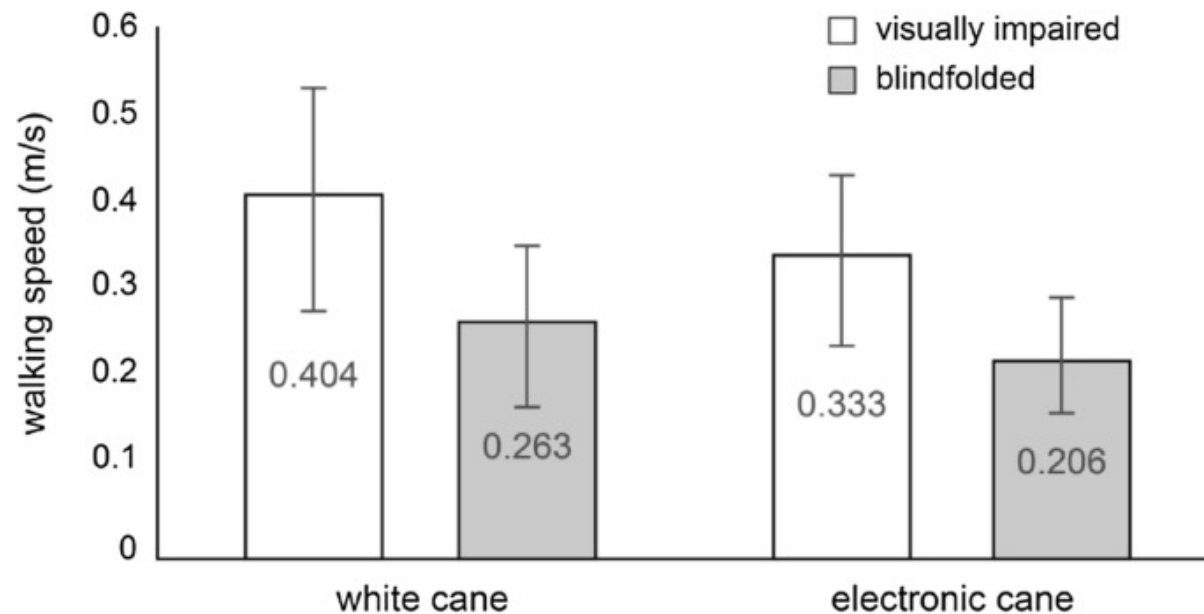
WeWALK LIMITED, UK

<https://www.youtube.com/watch?v=J-VVh5ezqGA>

# Laski klasyczne vs. „elektroniczne”

São Paulo State University & Santa Catarina State University, Brazil

- prędkość poruszania jest mniejsza w przypadku użycia lasek usg
- skuteczność wykrywania przeszkód jest podobna
- laska usg wykrywa jednak obiekty wyżej położonych (np. wiszących)



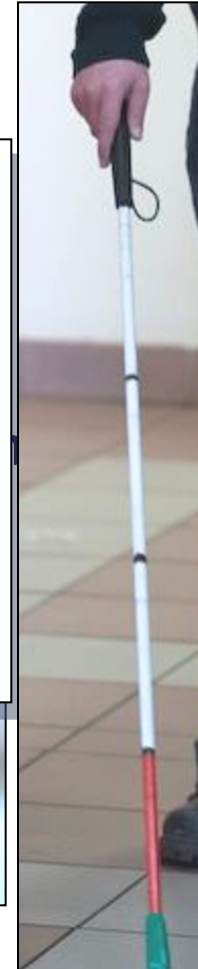
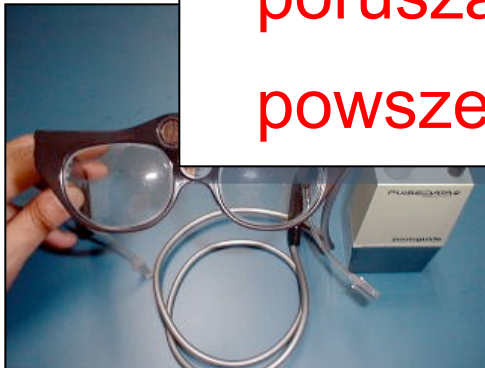
dos Santos, *et al.* Are electronic white canes better than traditional canes? A comparative study with blind and blindfolded participants. *Univ Access Inf Soc* **20**, 93–103 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00712-z>

# Systemy ostrzegania o przeszkodach

## Systemy obrazowania otoczenia:

- złożoność
- d
- n

Dzisiaj, ponad 100 lat po pionierskich pracach Noiszewskiego, urządzenia techniczne wspomagające samodzielne poruszanie się nie są przez niewidomych powszechnie używane!



# The VOICE – seeing with sound



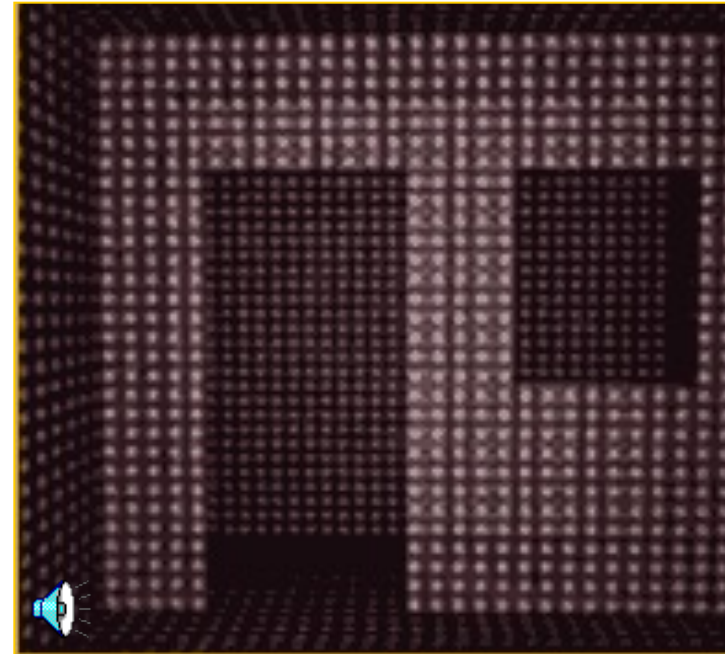
## Kod dźwiękowy obrazu:

- częstotliwość – położenie obiektu
- głośność – jasność obiektu

**6 miesięcy treningu!**

# System „Espacio acustico virtual”

Universidad de la Laguna - Tenerife



Punkty emitują  
wirtualne źródła dźwięku

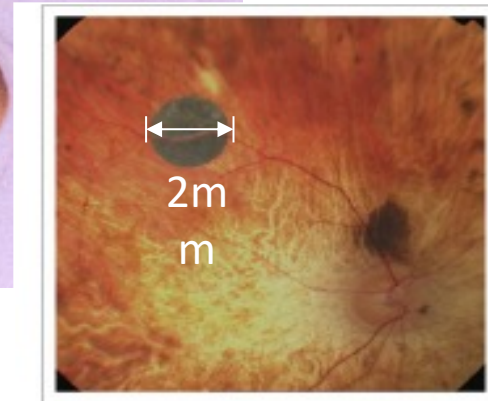
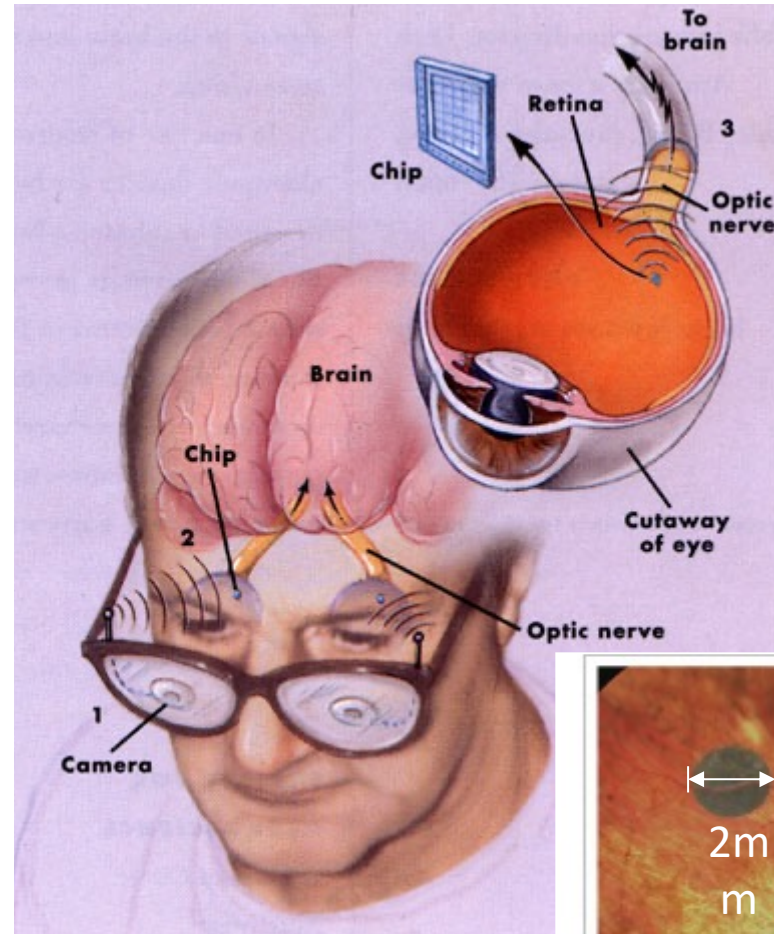
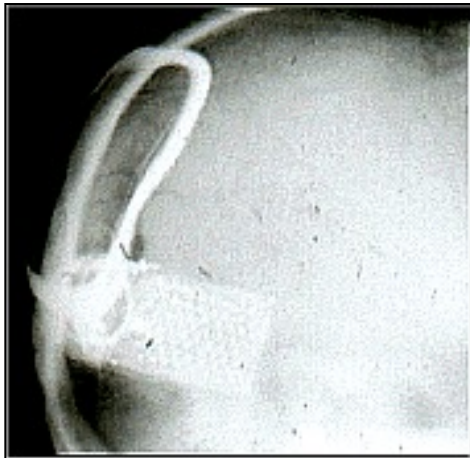


# „Protezy wzroku”



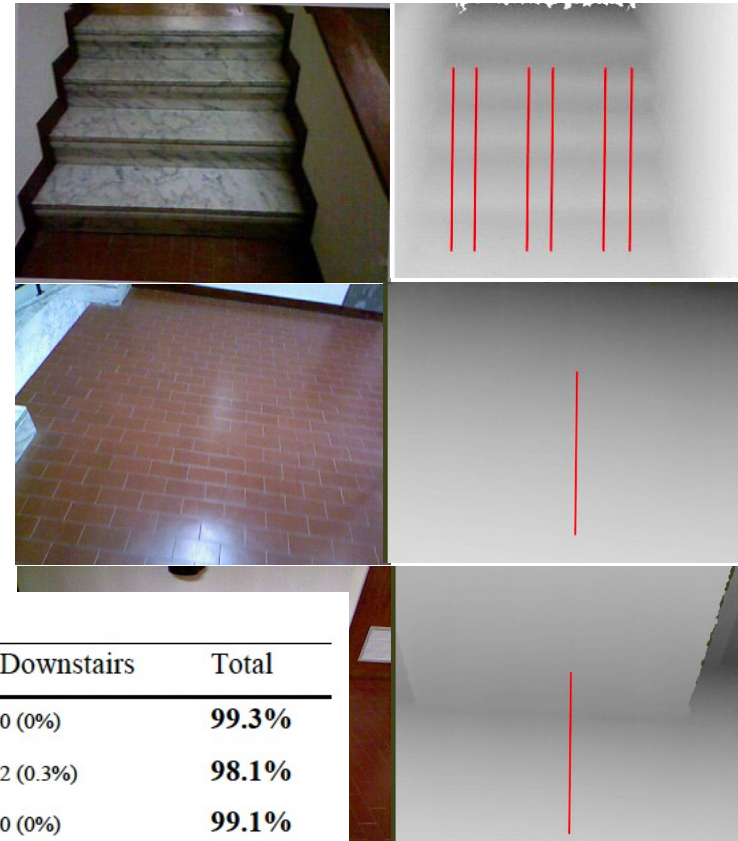
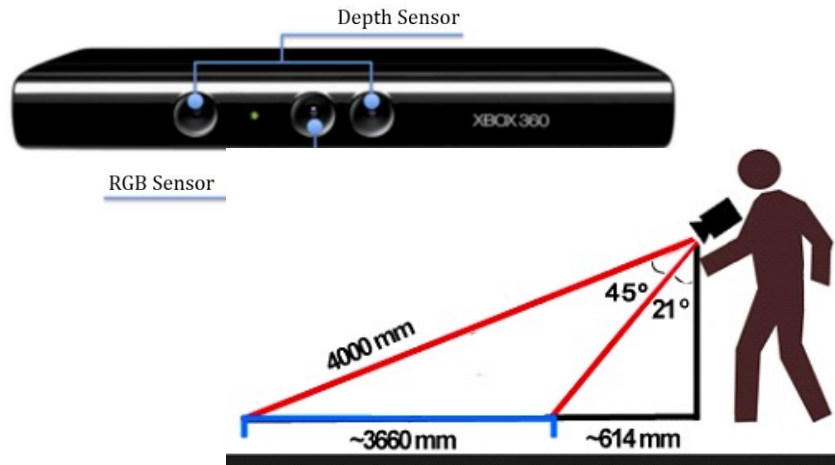
Stephen Chernin / AP

©2000 American Society of Artificial Internal Organs.



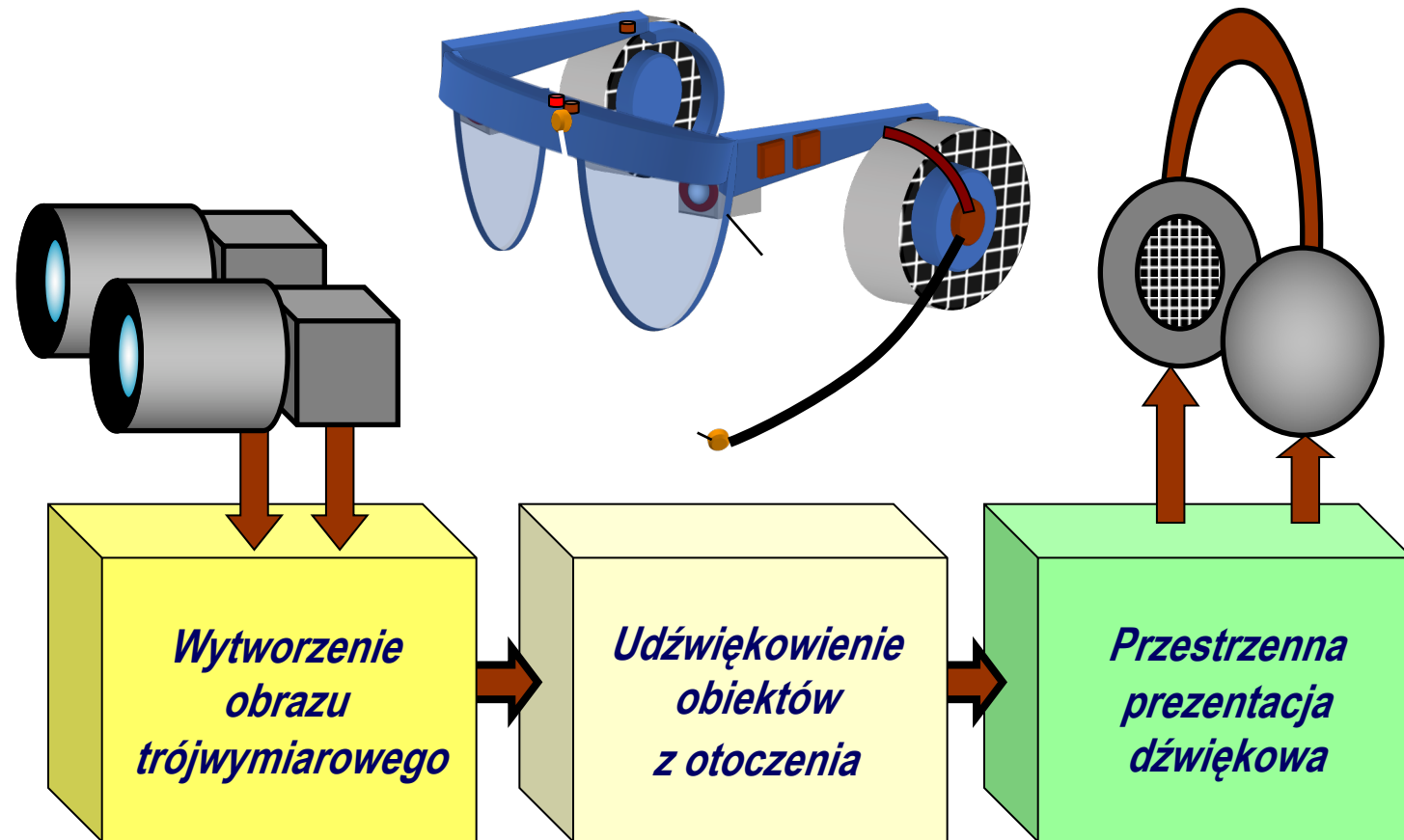
ASR® device implanted in the human eye

# System nawigacji wykorzystujący Microsoft Kinect

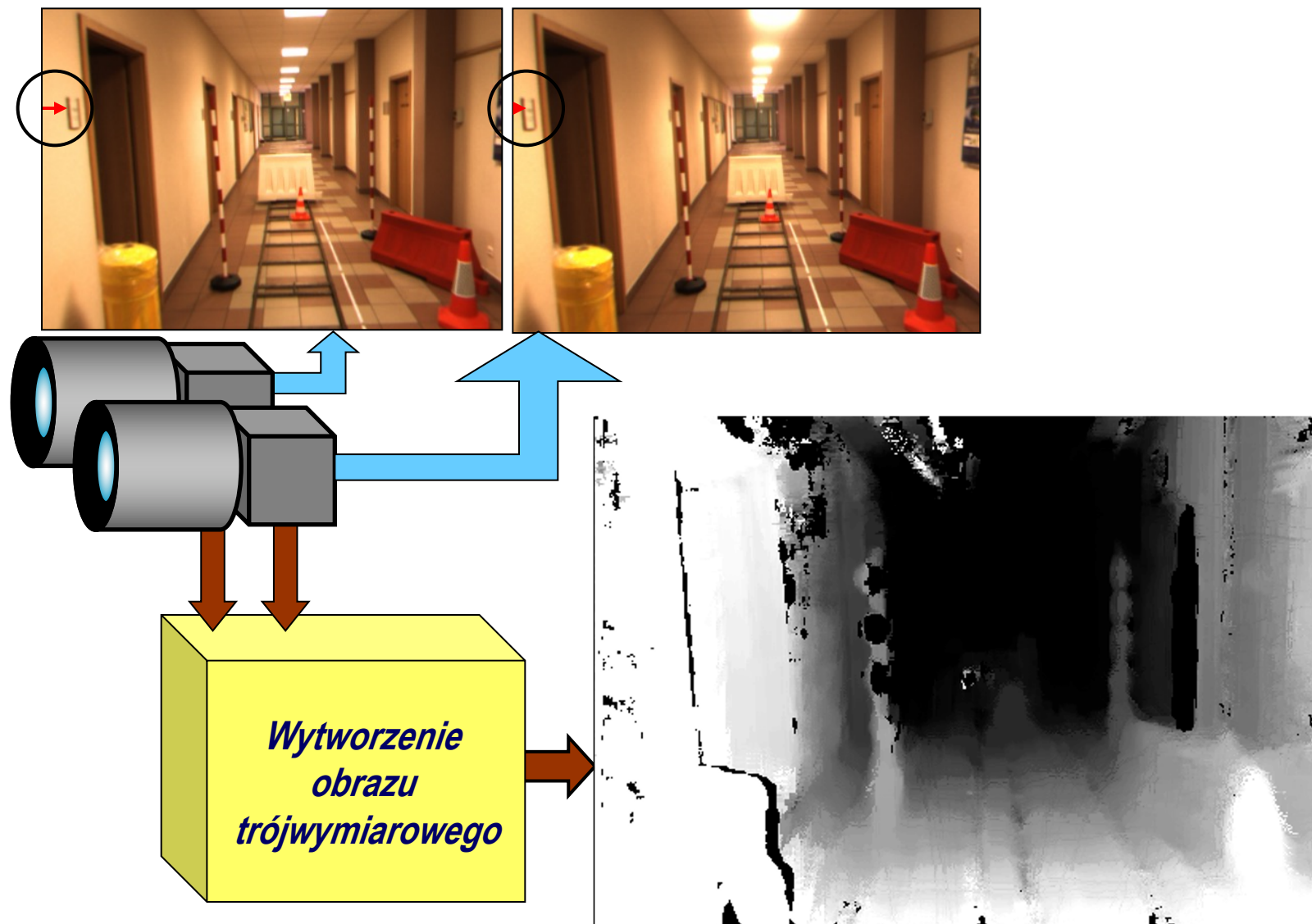


Network outputs	Targets (correct outputs)				
	No obstacle	Obstacle	Upstairs	Downstairs	Total
Obstacle	205 (28.7%)	0 (0%)	1 (0.1%)	0 (0%)	<b>99.3%</b>
No obstacle	0 (0%)	152 (21.3%)	2 (0.3%)	2 (0.3%)	<b>98.1%</b>
Upstairs	2 (0.3%)	0 (0%)	222 (31.9%)	0 (0%)	<b>99.1%</b>
Downstairs	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	128 (17.9%)	<b>100%</b>
<b>Total</b>	<b>98.7%</b>	<b>100%</b>	<b>98.7%</b>	<b>98.5%</b>	<b>99%</b>

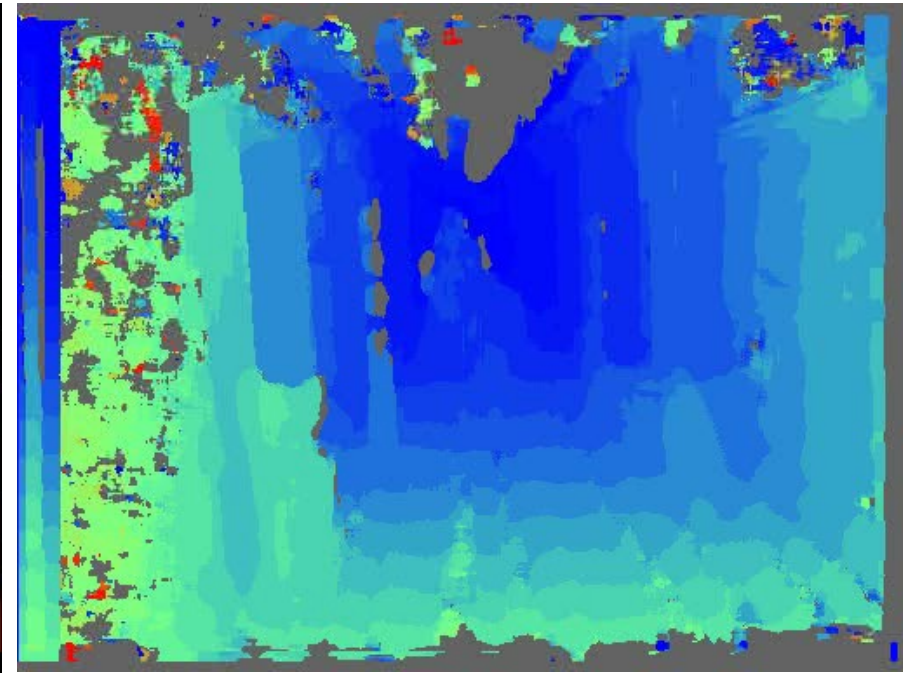
# System dźwiękowej prezentacji otoczenia



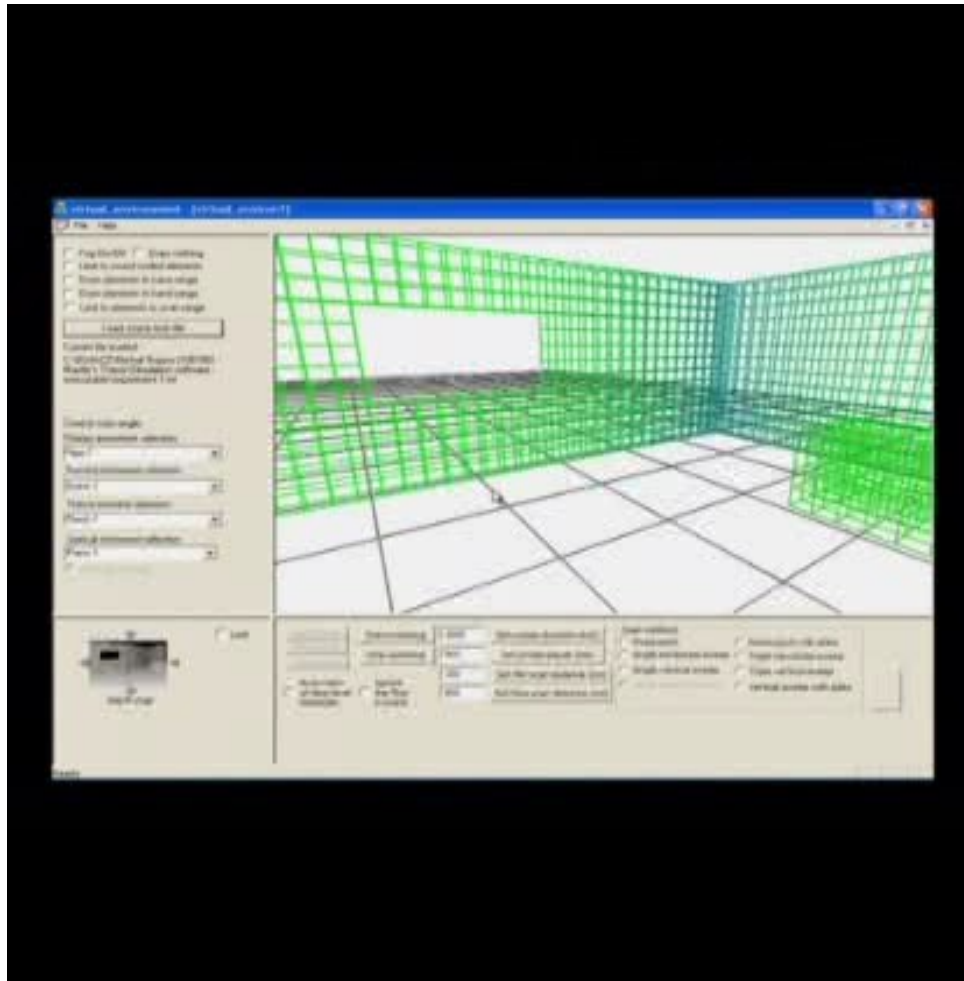
# System dźwiękowej prezentacji otoczenia



# Obrazowanie odległości

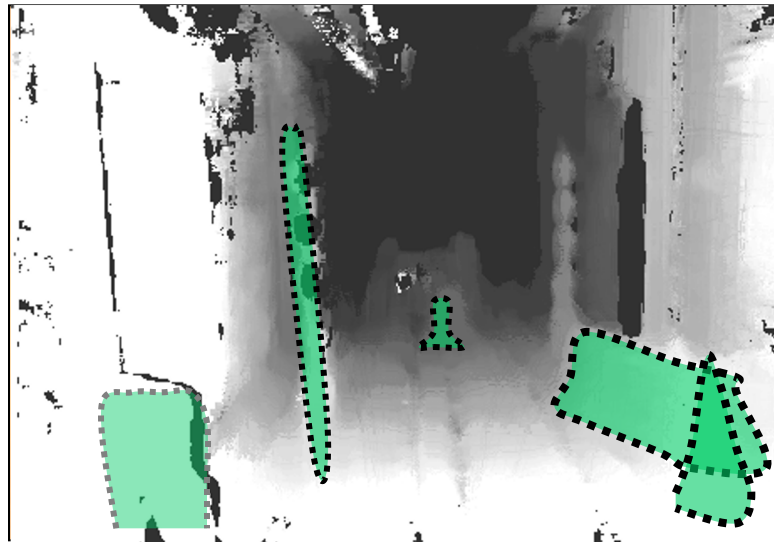


# Dźwiękowe obrazowanie otoczenia



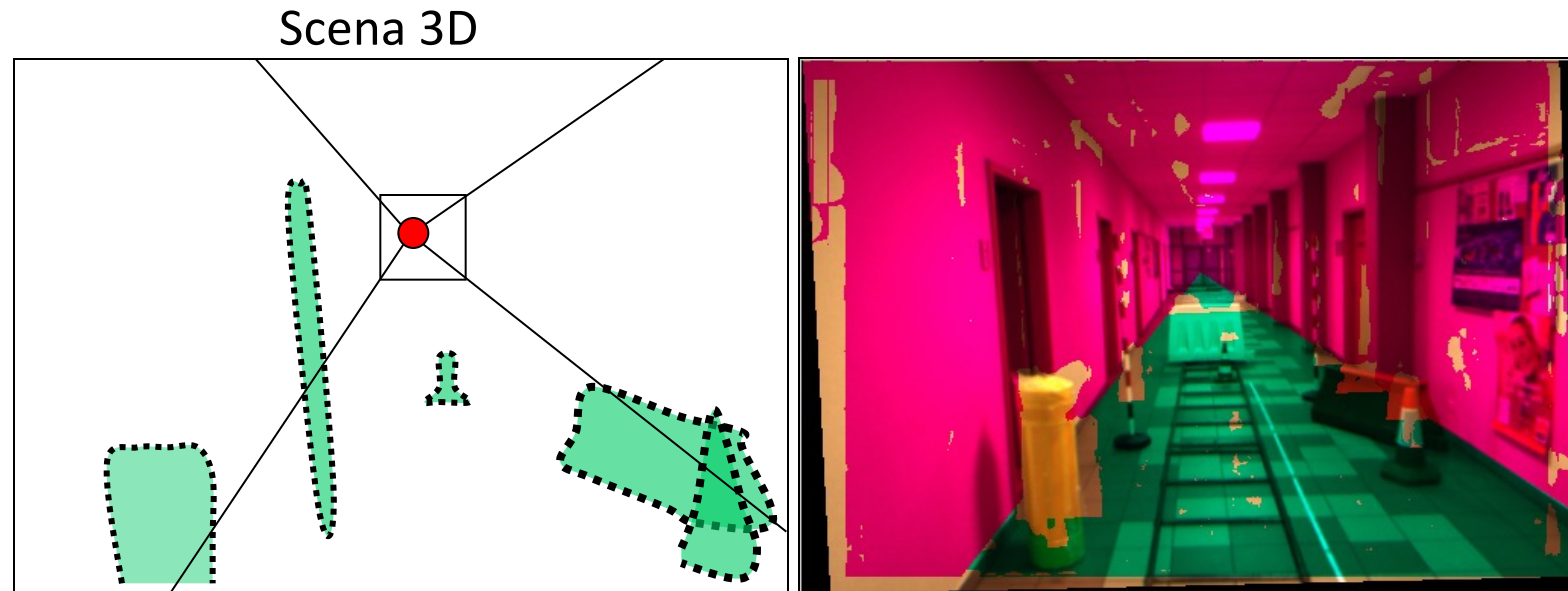
# Koncepcja dźwiękowej percepcji sceny

Scena 3D



Obiekty wydzielone ze sceny  
są wirtualnymi źródłami dźwięku

# Koncepcja dźwiękowej percepcji sceny



Obiekty wydzielone ze sceny  
są wirtualnymi źródłami dźwięku

Detekcja płaszczyzn



# „Rozpoznawanie” schodów

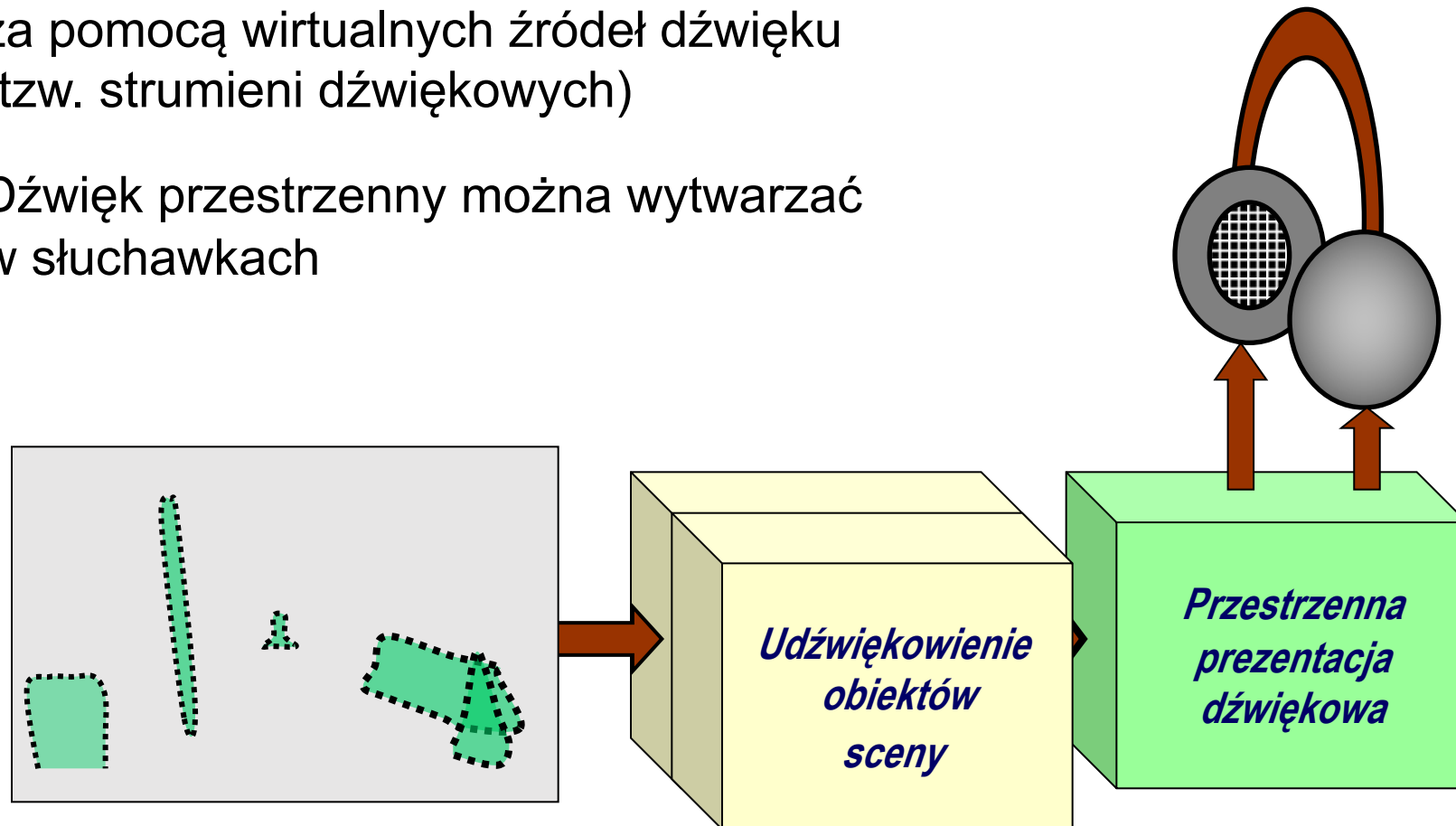


# Lokalizacja tekstu w scenie



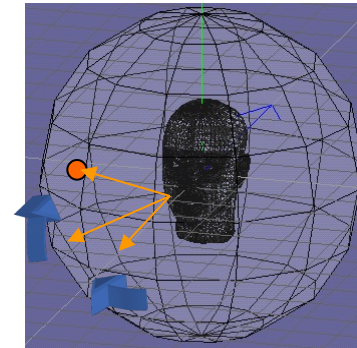
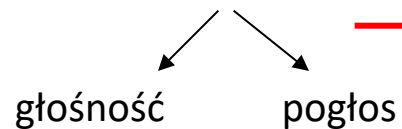
# Koncepcja dźwiękowej percepcji sceny

- Rzeczywiste obiekty (i ich cechy) można kodować za pomocą wirtualnych źródeł dźwięku (tzw. strumieni dźwiękowych)
- Dźwięk przestrzenny można wytwarzać w słuchawkach



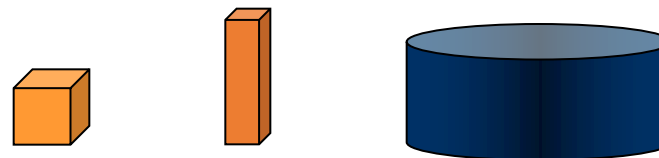
# Kodowanie dźwiękowe obiektów sceny

- Lokalizacja obiektu: odległość, kierunek (wzniesienie, azymut)

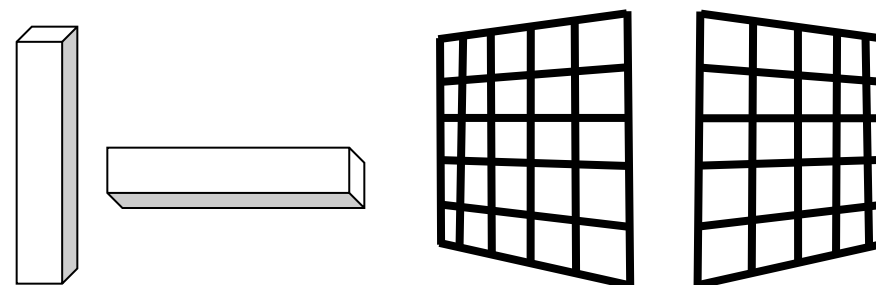


- Ruch obiektu w scenie: efekt Dopplera, zmiana głośności

- Cechy obiektu:

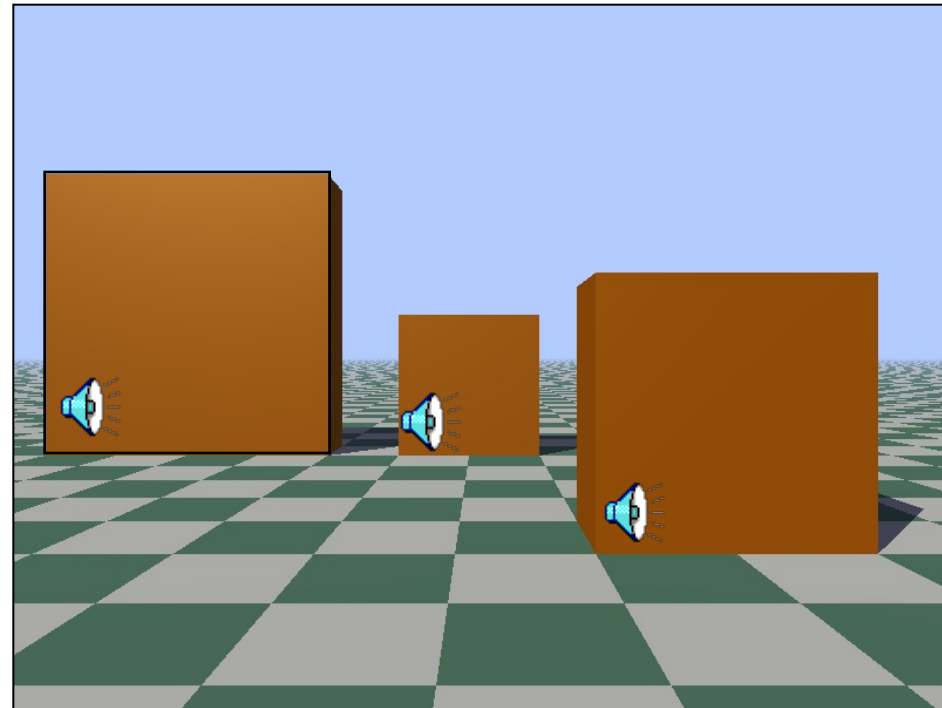


- Orientacja obiektu w scenie:



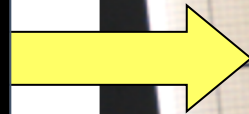
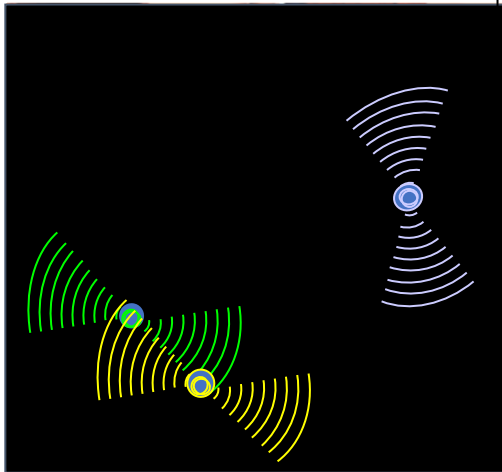


# Kodowanie podstawowych cech obiektu



*Odległość i wielkość obiektu*

# Dźwięk przestrzenny



**Ruchome  
źródła**

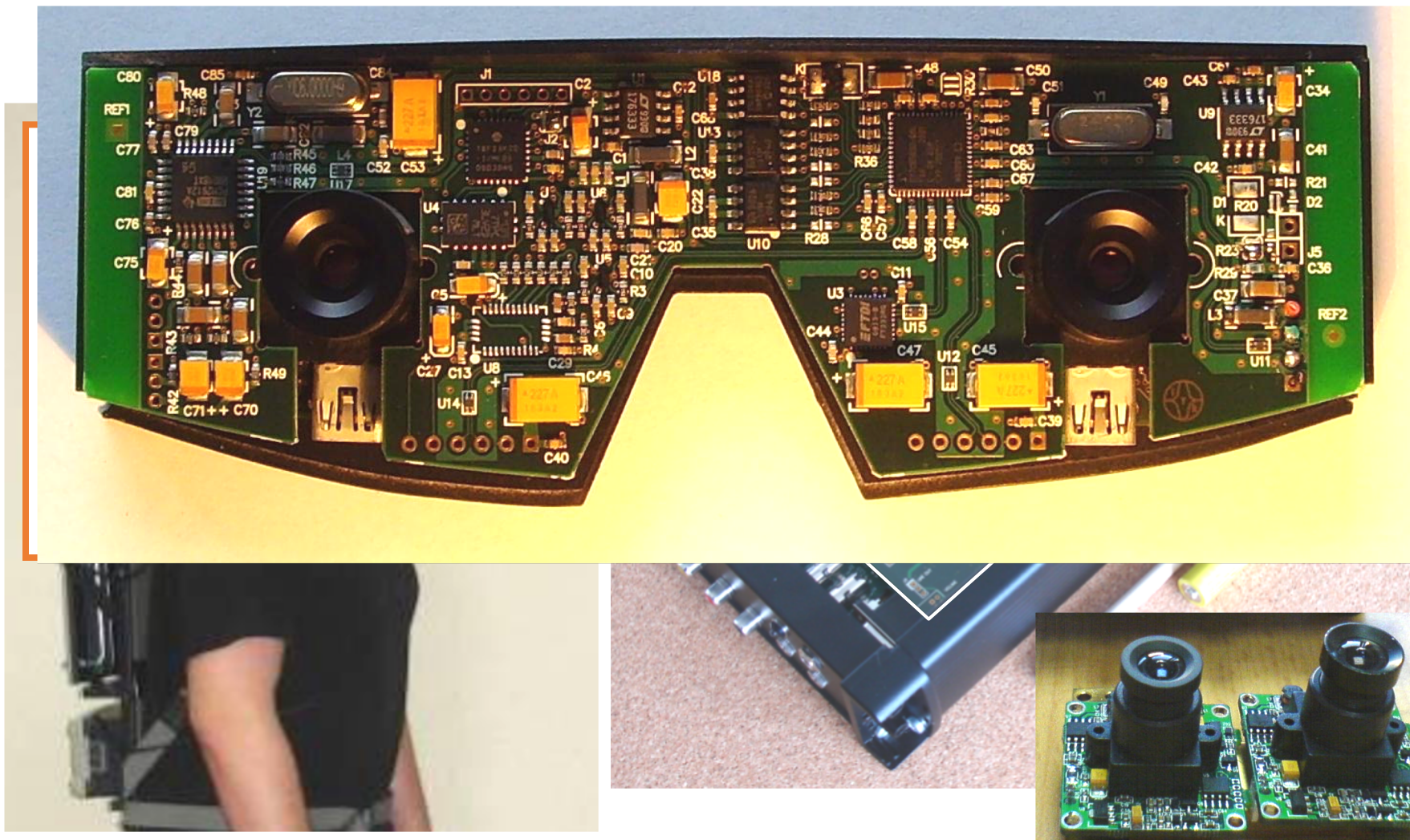
**Źródło rzeczywiste**

**3,1°**

**Źródło wirtualne**

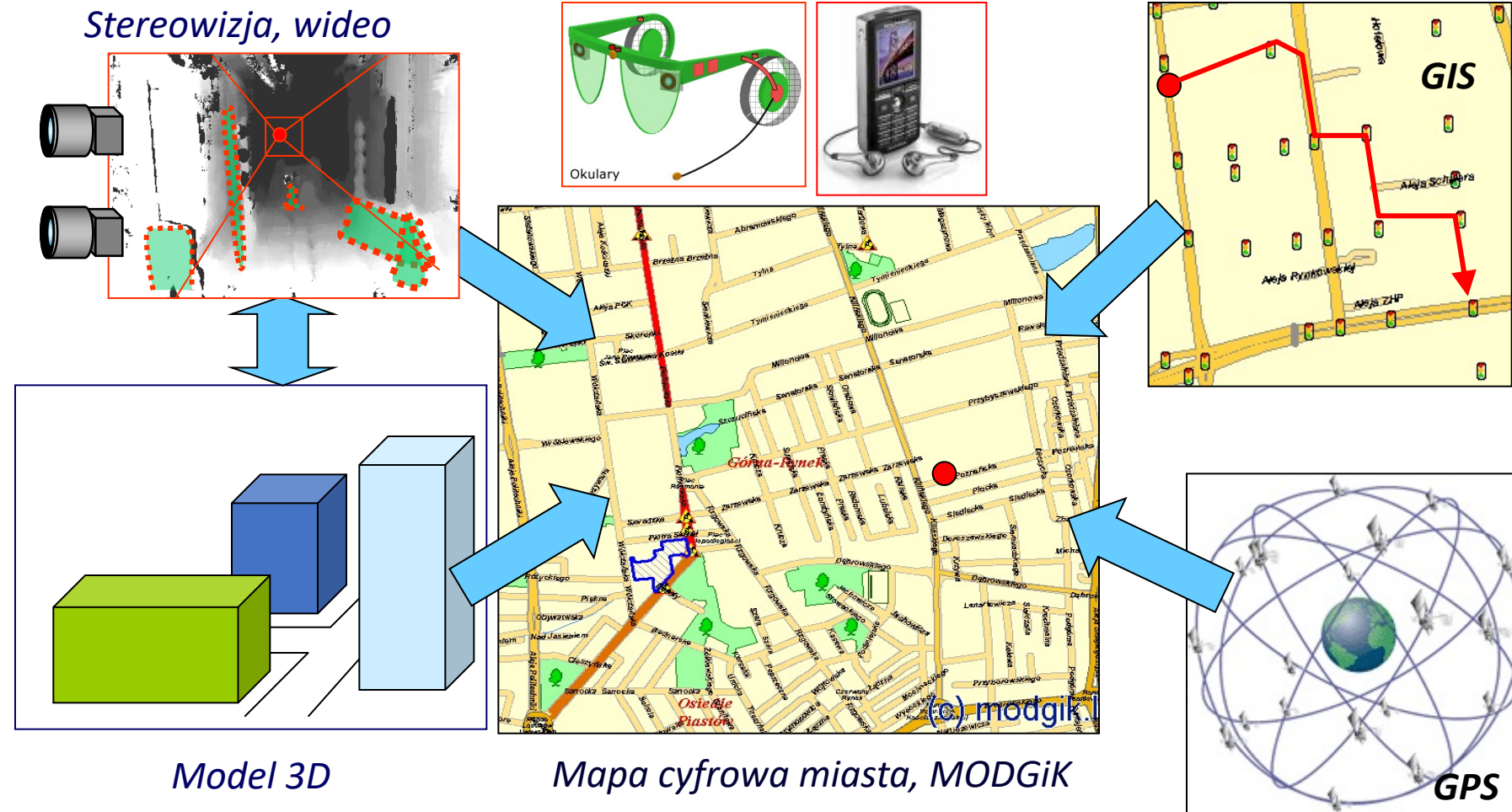
**8,1°**

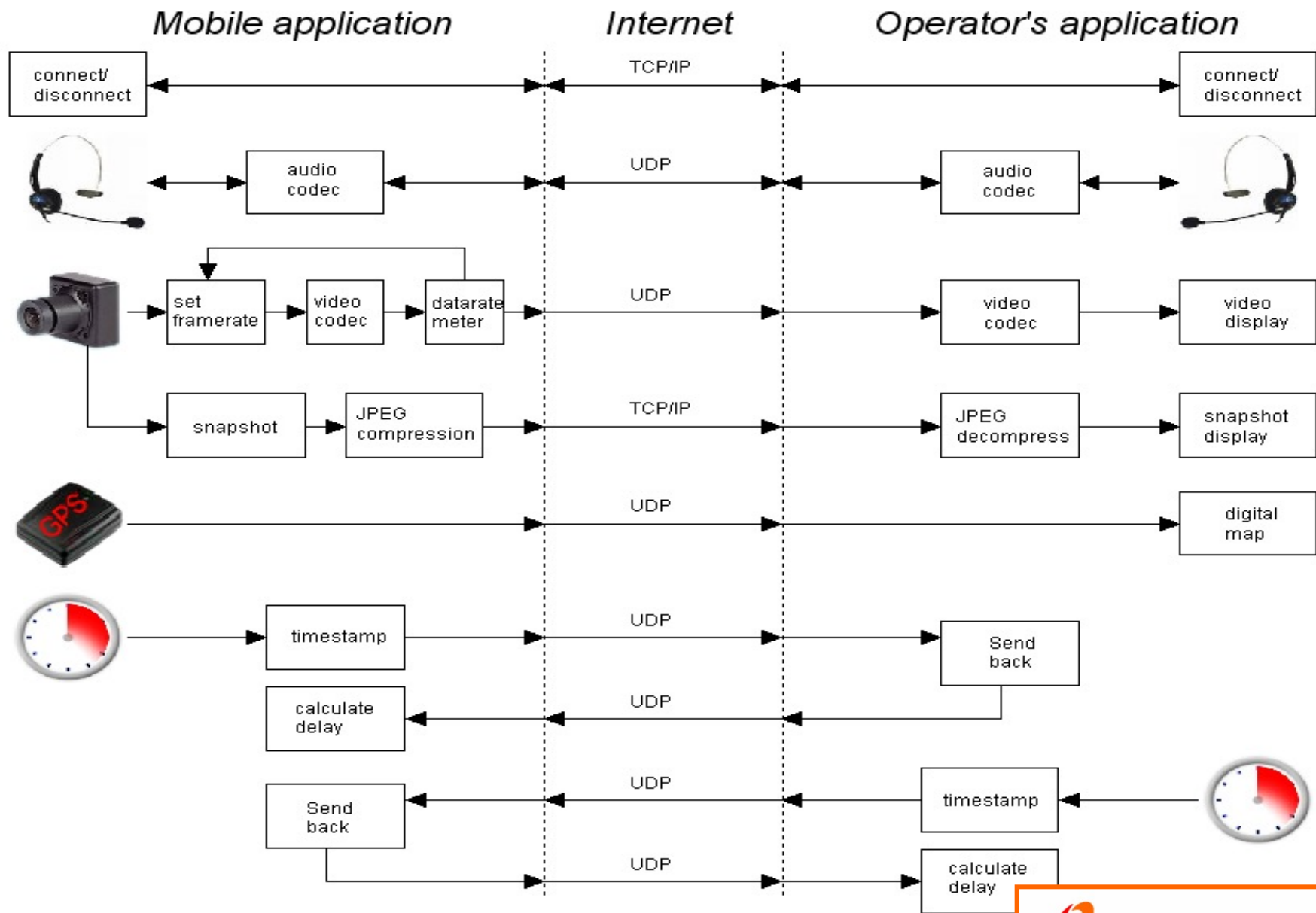
# Realizacja systemu





# Nawigacja osoby niewidomej







RemoteAssistant

InfoBoard  
 Client connected from 63.220.111.70:1134  
 Received JPEG stream  
 Received JPEG stream  
 Client disconnected from 63.220.111.70:1134  
 Client connected from 63.220.111.70:1150

63.220.111.70

Uplink ↑      Downlink ↓

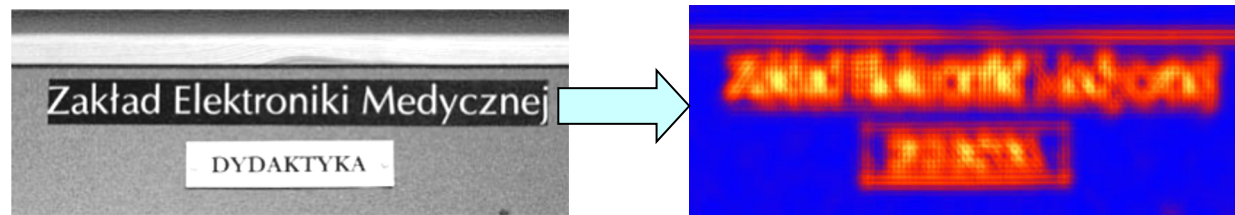
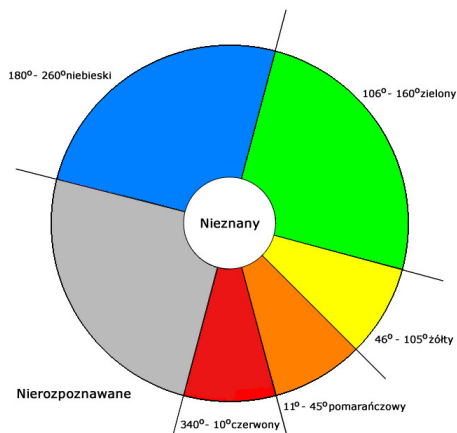
15.3648      15.7348      0.3348

© Politechnika Łódzka, Instytut Elektroniki

# Telefon komórkowy z syntezą mowy

Telefon komórkowy jako inteligentny asystent osoby niewidomej:

- funkcje telefonu
- synteza mowy
- nawigacja GPS



# Podziękowania



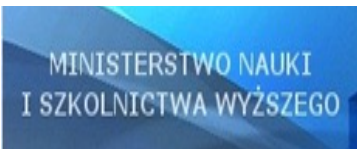
*Osobom niewidomym biorącym udział w badaniach*

*Polskiemu Związkowi Niewidomych w Łodzi*



*Współpracownikom i doktorantom*

*Zakładu Elektroniki Medycznej*



*MNiSW – finansowanie badań*