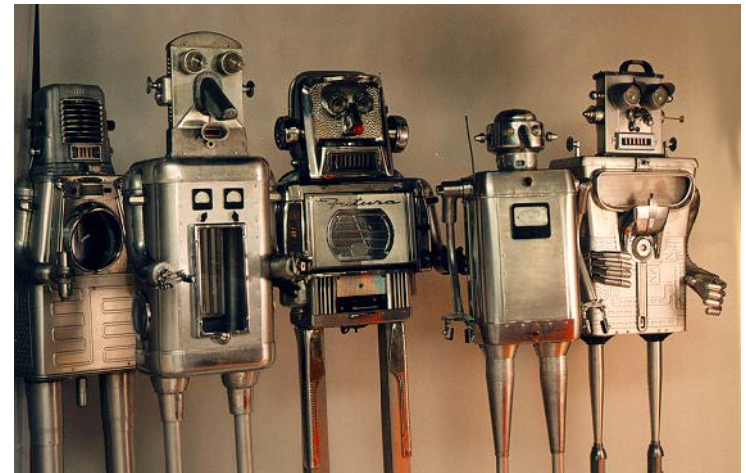


Roboty mobilne - formacje

mgr inż. Andrzej Opaliński

Plan wykładu

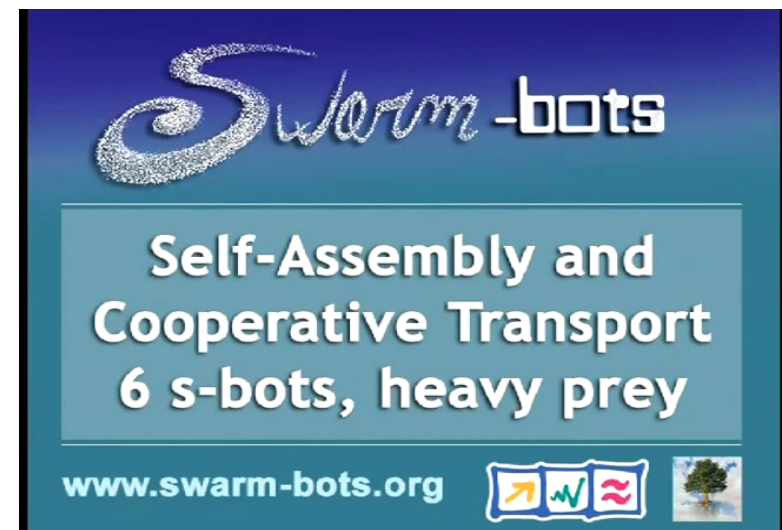
- Pozytywne i negatywne aspekty grupowych systemów robotów
- Zadania systemów wielorobotowych
 - Sposoby przemieszczania
 - Modele współpracy
- Problemy w zadaniach wielorobotowych
- Praktyczne przykłady
 - Piłka nożna robotów mobilnych
 - Formacje taneczne
 - Przemieszczanie w grupie
 - Algorytmy ochrony terenu



Czy N robotów jest lepsze od 1 ?

Aspekty pozytywne

- Zwiększenie wydajności, przy dekomponowalnych zadaniach (strategia “dziel i wykonuj”)
- Możliwość wprowadzenia zadań niemożliwych dla wykonania przez jednego robota
- Rozproszone postrzeganie środowiska (wiele sensorów, wiele robotów)
- Wykonywanie równoległych akcji na odległość
- Zwiększona odporność na błędy



Czy N robotów jest lepsze od 1 ?

Aspekty negatywne

- Interferencje – gdzie kucharek sześć...
(rozmiary, nawigacja, kolizje)
- Komunikacja i wydajność
(sprzęt, przetwarzanie, energia)
- Rozpoznawanie intencji innych robotów –
współzawodniczenie zamiast współpracy
- Koszty – 2 droższe od 1



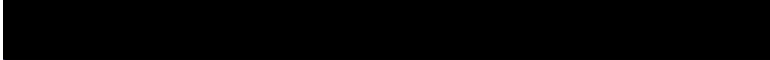
Zadania wielorobotowe

- Foraging – gromadzenie w jednej lokalizacji elementów rozproszonych w środowisku
- Consuming – oddziaływanie na obiektach w miejscu ich położenia w środowisku (składanie, pola minowe)
- Grazing – właściwe pokrywanie powierzchni środowiska (koszenie trawnika, akcje ratunkowe, odkurzanie)
- Flocking – utrzymywanie geometrycznych formacji – (formacje delta (kliny), klucze, szyki)
- Object transporting – podzadanie, dla obiektów bez własnych napędów poprzez popychanie, ciągnięcie

Harvard CS266 2012: Competitive Collective Foraging


Sposoby przemieszczania formacji robotów

- Homming – każdy robot stara się wrócić do bazy
- Aggregation – łączenie się w odizolowane grupy lokalne
- Dispersion – rozproszenie w celu pokrycia dużego terenu (utrzymywanie minimalnych odległości pomiędzy robotami)
- Following – podążanie za poprzednikiem
- Safe wandering – swobodne przemieszczanie wraz z unikaniem kolizji ze sobą i obiektami środowiska



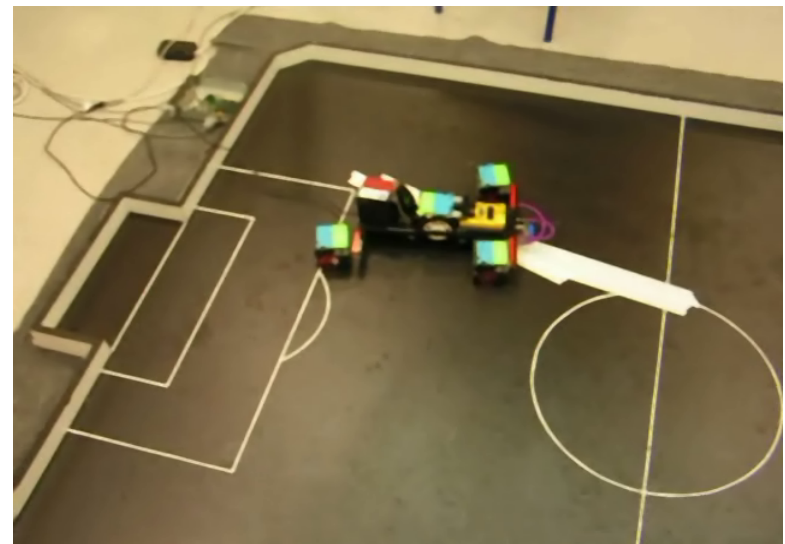
Phototaxis (light seeking) with 100
Kilobots

Michael Rubenstein, Radhika Nagpal
Self-Organizing Systems Research Group
Harvard University
April 20, 2012



Modele współpracy robotów

- rozproszony, nieświadomy (grupa robotów, współpraca samoistna wymuszona przez otoczenie, bez świadomości aktorów o tym fakcie);
- rozproszony, świadomy (grupa równorzędnych robotów, współpraca inicjowana i akceptowana lub odrzucana przez uczestników, ale bez centralnej koordynacji);
- pośredni, hierarchiczny (grupa robotów, z których pewne są w stanie wymusić bądź wynegocjować współpracę, podczas gdy inne są tylko ślepych wykonawcami rozkazów);
- scentralizowany (przywódca decyduje o rodzaju i sposobie współpracy, reszta członków zespołu wykonuje polecenia);



Najpopularniejsze problemy

- Stagnacja – oczekiwanie na wykonanie zadań przez innych agentów
- Sprzeczne cele, niwelowanie rezultatów
- Błędy/szumy komunikacyjne
- Kolizje

**Vehicle Platooning Experiments
with
Lego Mindstorms**

Piłka nożna – prezentacja platformy



System wizyjny

Centrum kontroli

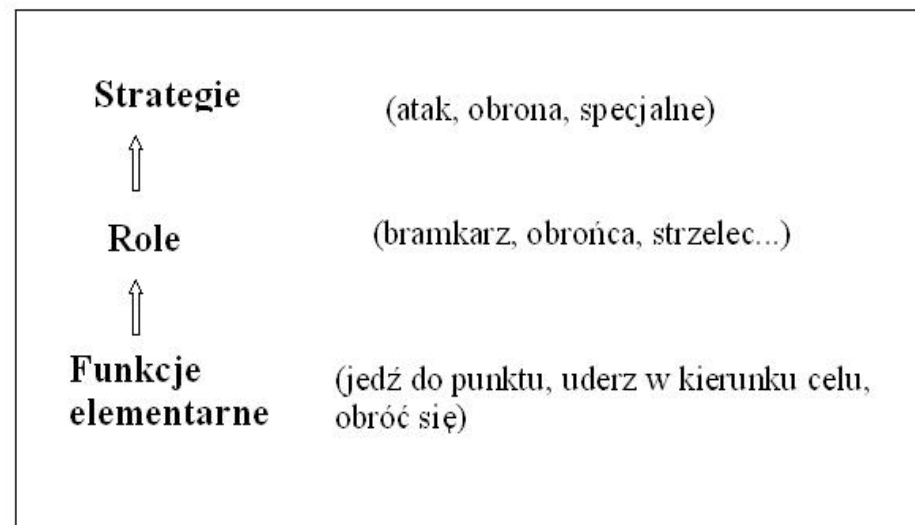
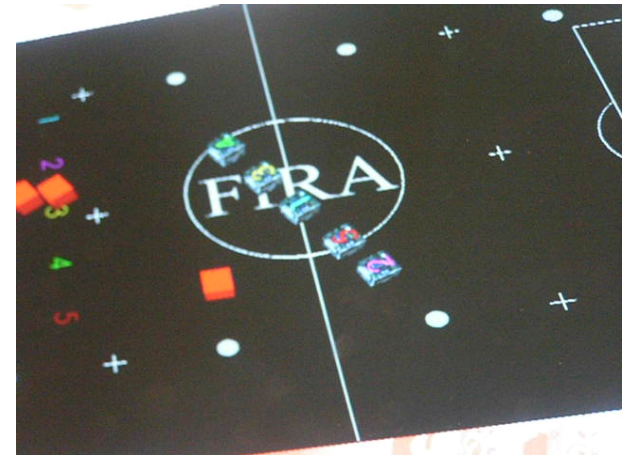
System Komunikacji

Roboty na platformie

Główna idea oprogramowania

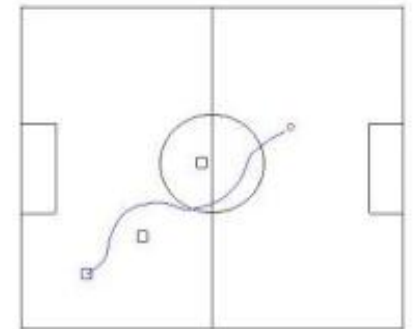
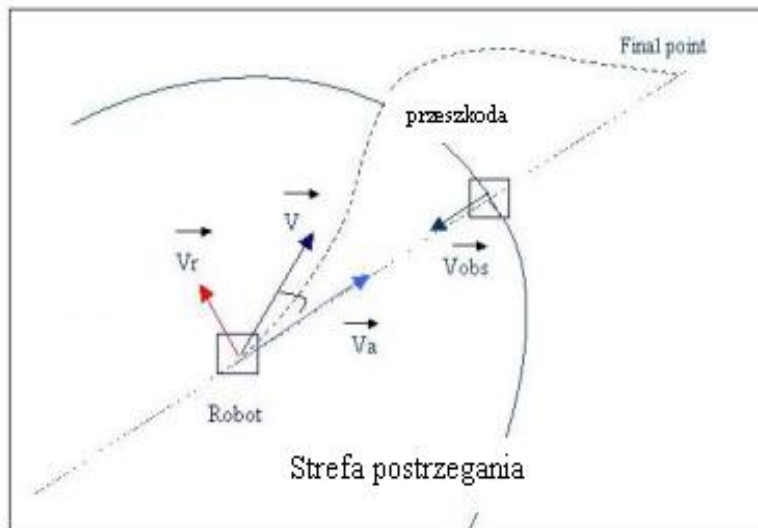
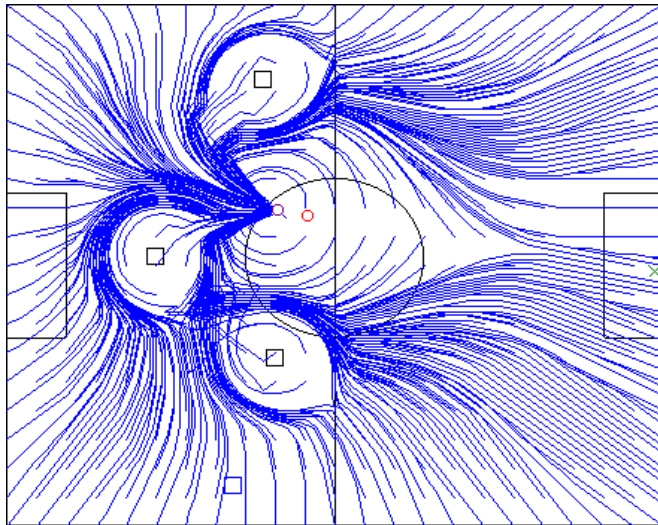
Piłka nożna

- Idea algorytmu (hybrydowość)
- Fazy gry (gra, rzuty karne, free ball)
- Strategie – metody wyboru
- Metody przydziału zadań robotom
- Attack bizou
- Strzał na bramkę
- Moduł predykcji



Wektorowy model ruchu

- Jedź do punktu omijając przeszkody
- Jedź do punktu
- Obrót wokół własnej osi o zadany kąt
- Strzał 'na oślep'
- Strzał w kierunku celu

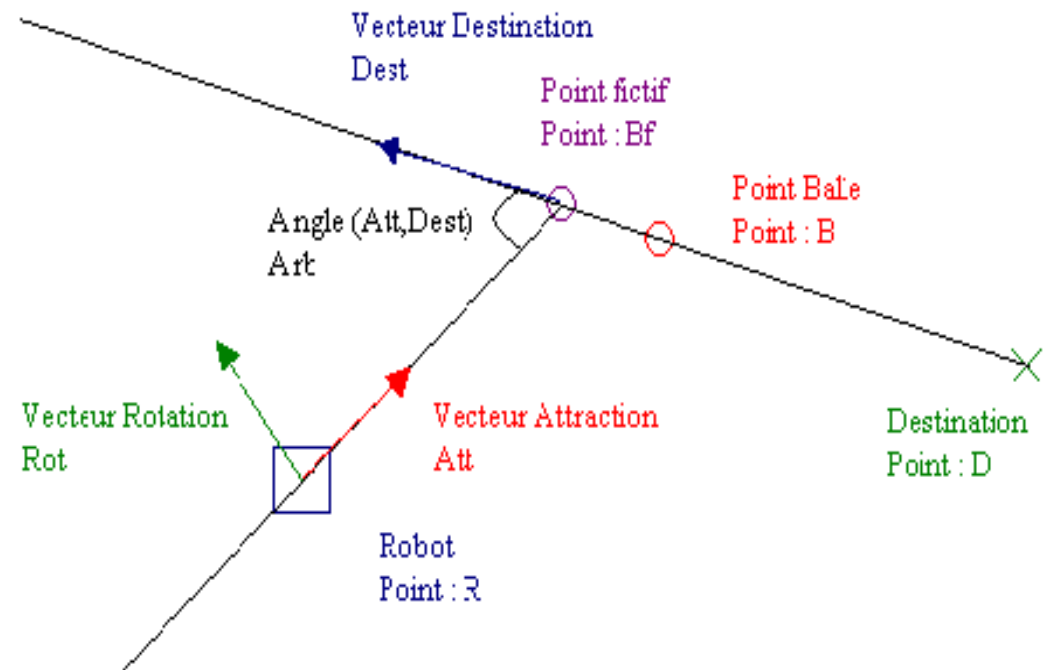
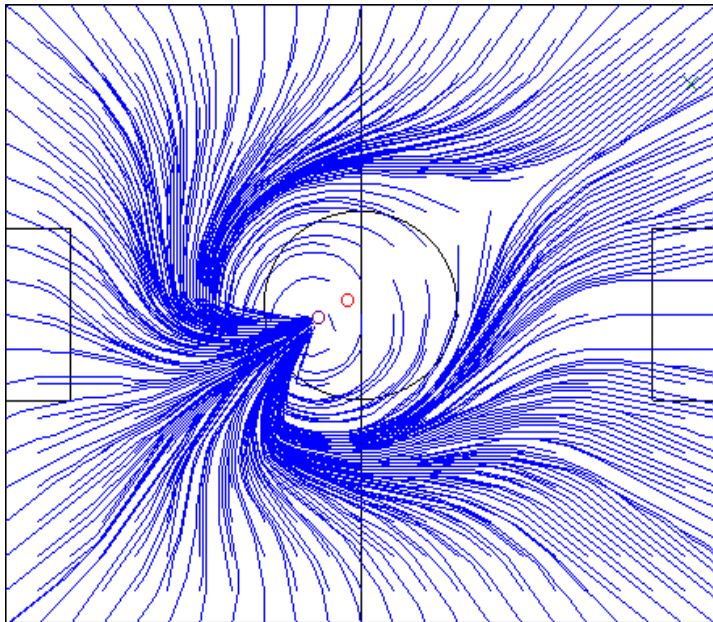


$$\vec{V}_r = P_{\perp}(\vec{V}_{obs})$$

$$\vec{V} = Att. \vec{V}_a + \sum k_r \vec{V}_r$$

Strategia strzału na bramkę

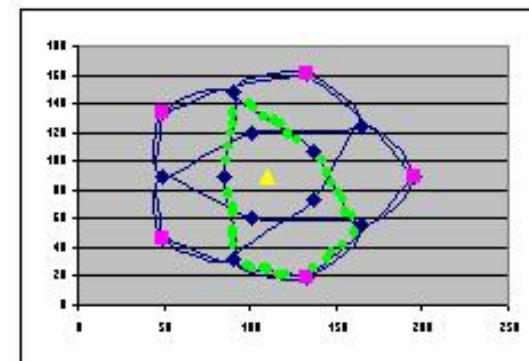
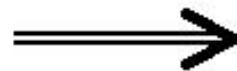
- Używana w strategii ataku
- Trzy fazowy algorytm
- Idea trzech wektorów



Tańce

- Robot-Dancers
- Idea projektu –choreografie taneczne realizowane przez grupę robotów
- Rozkazy bezpośrednie, wyznaczanie punktów docelowych przemieszczenia
- Sposoby koordynacji
 - Bezwzględna
 - Z uwzględnieniem lidera (wektory względne)

Chorégraphies célestes

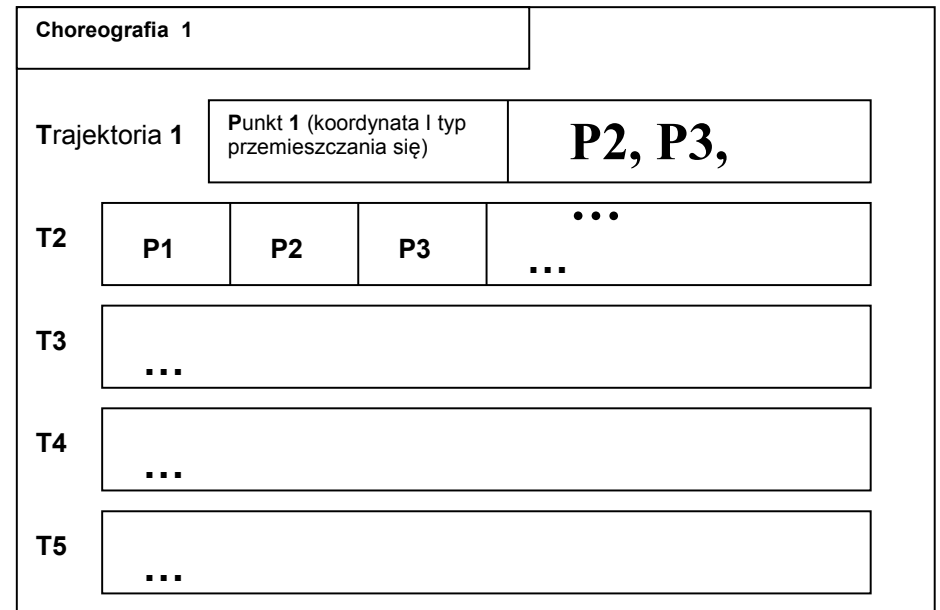


Tańce cd.

- Schemat wyznaczany przez 'trajektorie'
- Zbiory punktów docelowych
- Sposoby przemieszczania

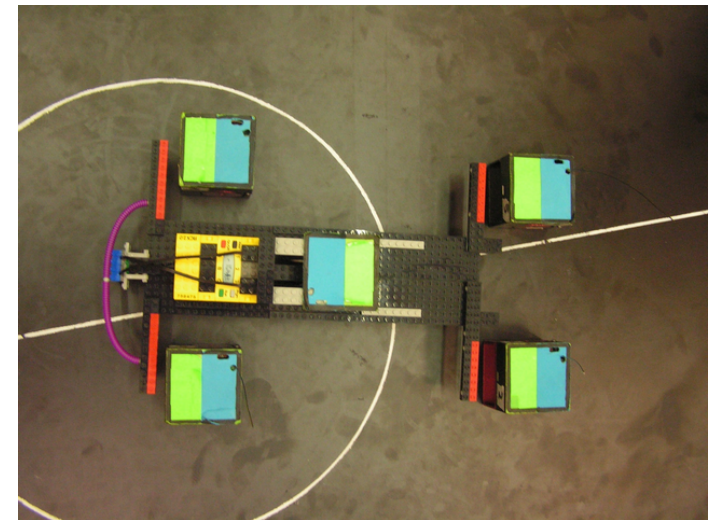
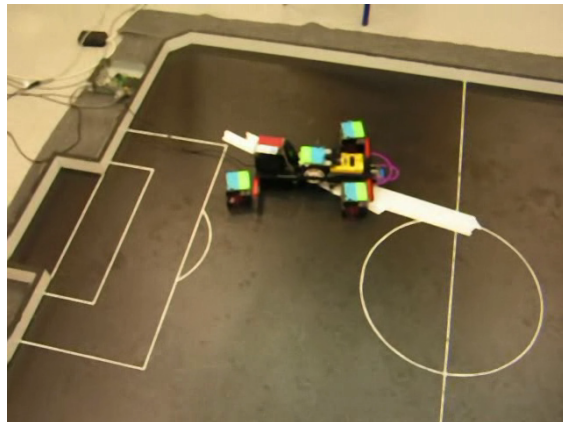
pomiędzy punktami

- Pdepart_goto
- None
- Tour
- goTo(x, y, v)
- goToArc(x, y, v)



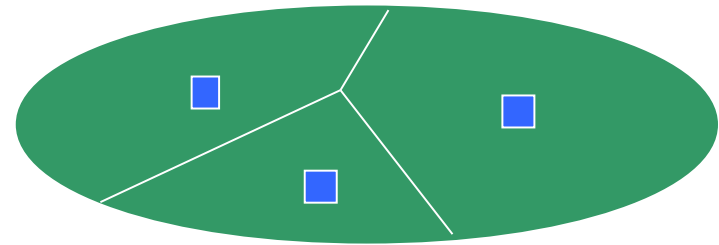
Przemieszczanie w grupie

- projekt studencki (O.Simonin, O. Grunder)
- współpraca pomiędzy robotami mirosot oraz LegoRobot Mindstorms dla zadań typu Box-pushing
- Implementacja symulowanych zachowań w realnym środowisku z robotami
- Praca nad architekturą i prymitywami platformy pod kątem współpracy



Ochrona terenu

- Pozycjonowanie robotów w celu optymalizacji pokrycia nieznanego terenu



- Rozwiązanie = współpraca grupy (auto-adaptacja robotów) całkowicie zdecentralizowany algorytm
 - Nawiązujący do problemów grazing, foraging, consuming [Arkin 98]
 - Wieloagentowe podejście reakcyjne (O.Simonin)
 - Przemieszczanie w oparciu o wektory (SeT Plt. work)
 - Użycie prymitywów SeT RobotSoccer

Guarding 2

$$W_x \text{ sign} \text{ wall_coeff} * \tan^{-1} \left(\frac{W_x R}{\max_x} \right)$$

$$R_y \text{ guard_coeff} * \frac{R_1 R_2 Y}{R_1 R_2}$$

$$\vec{V}_{robot} \perp \vec{R} \perp \vec{W}$$



Literatura

- Minimalistyczny model współpracy robotów mobilnych – M.Gnatowski, J.Malec
- R.C. Arkin – Behavior-based robotics
- RoboFootIA54 – Olivier Simonin, UTBM France
- Tête à Tête, a creation of the Cooperative 326 - Leopold Frey, Aurelia Marin
- prace i badania własne

KONIEC