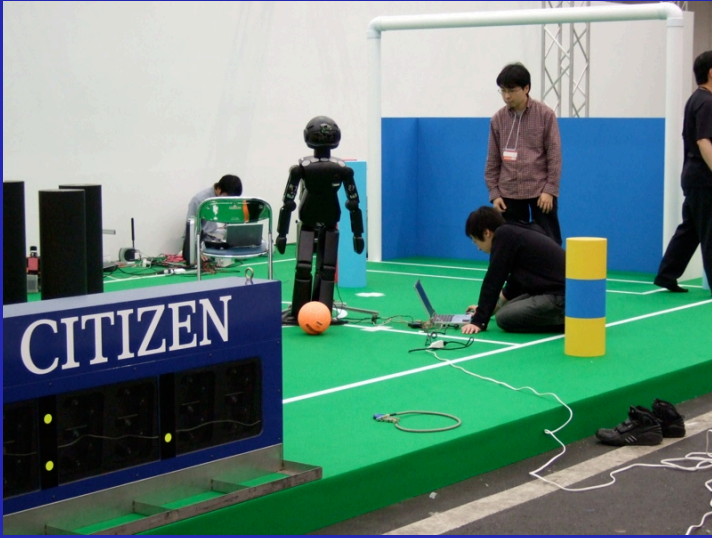


AI分野(1)ゲームとAI

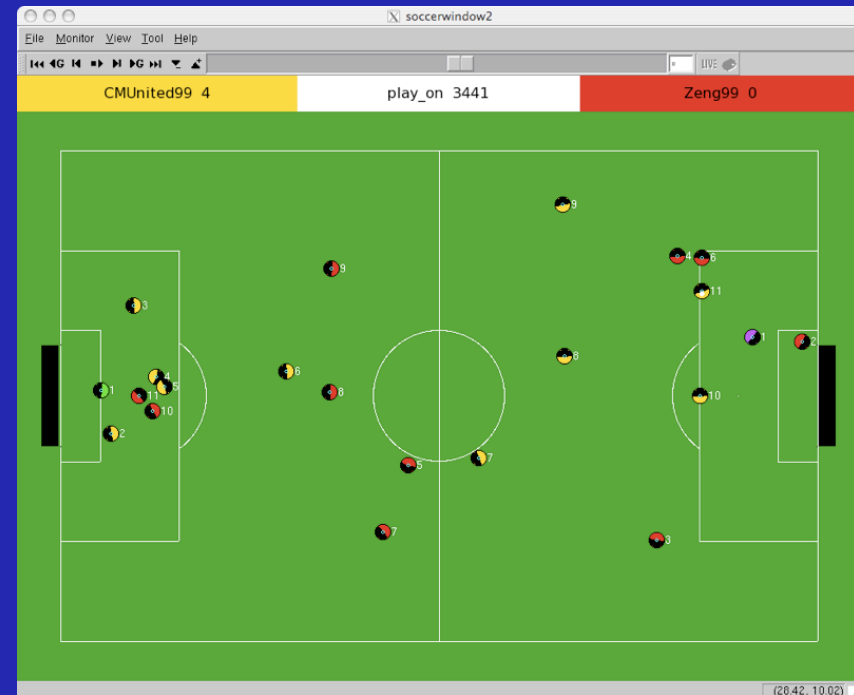
このへん
ファジィ

リアルタイム ゲーム AI

このへん
ファジィ



RoboCupサッカー





RoboCup

知的分散協調の

共通問題

マルチエージェントシステム

このへん
ファジィ

昨夜の懇親会

- 🐼 マルチエージェント問題の例
- 🐼 全員整列…その全員の壁と声が敵!

- 🐼 目視で確認 X
- 🐼 声の方向 X
- 🐼 周囲の人の向き(動的知識)
- 🐼 上座という常識(静的知識)

知識処理
が必要

このへん
ファジィ

とりあえず

デモ

このへん
ファジィ

RoboCupで使われる AI技術とは

 ぜんぶ



 AI技術の実応用テスト
=RoboCupの目的

このへん
ファジィ

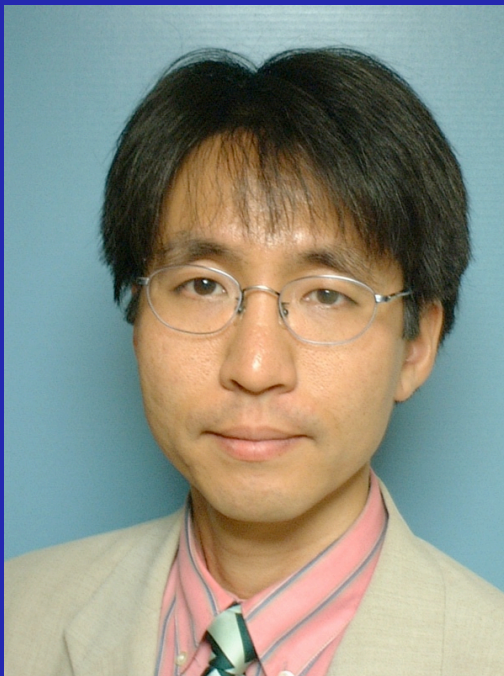
あらためて

自己紹介

このへん
ファジィ

西野順二

天才プログラマー
電気通信大学
システム工学科



このへん
ファジィ

趣味

プログラミング

ジャグリング

このへん
ファジィ



実世界でも マルチエージェント

このへん
ファジィ

未踏ソフトウェア 天才プログラマー

このへん
ファジィ



OZED

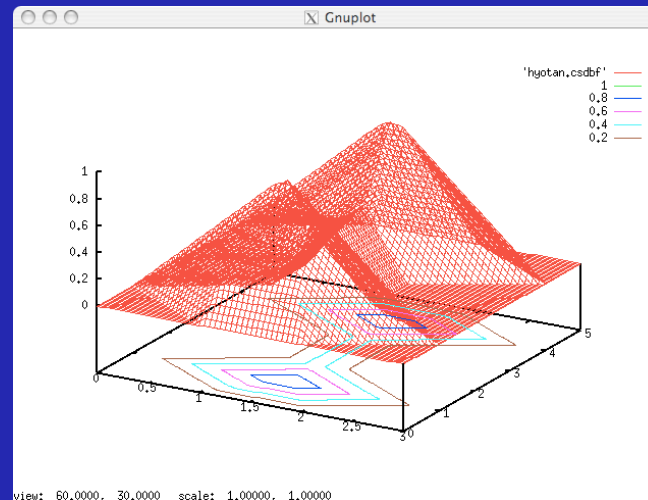
バーチャルサッカー ロボットキット

デモ

このへん
ファジィ

OZEDの技術

- 🏠 多次元ファジィ推論
(このへんファジィ)
- 🏠 行動計画
- 🏠 状態推定
- 🏠 時間制御



このへん
ファジィ

RoboCupper 暦

- 🏠 1998年開発スタート
- 🏠 1999年国際大会初参加
- 🏠 2002年国際大会技術管理委員 (日本)
- 🏠 2003年国際組織委員(OC)
- 🏠 2002～2005日本大会運営委員
- 🏠 ～現在日本大会運営協力

このへん
ファジィ

RoboCupp戦歴

- 🏠 1998年開発スタート
 - 🏠 1999年国際大会 予選敗退
 - 🏠 2000年 実験ヘテロチームOZ(AI学会賞)
 - 🏠 2001年 人間参加システムOZRP (AI賞)
 - 🏠 2004年 人間チームで日本大会3位
 - 🏠 2007年 3Dリーグで日本大会2位
 - 🏠 2008年 このへんファジィ歩行 (AI賞)
- このへん
ファジィ

専門
システム科学
ファジィ理論

このへん
ファジィ

専門

- システム科学 東工大システム科学専攻
 - 制御理論・情報理論・ゲーム理論・人間工学
 - サイバネティクス→ロボティクス
- ファジィ理論
 - 知的情報処理
 - ソフトコンピューティング
 - ファジィ、ニューロ、確率推論、GA(EC)

このへん
ファジィ

専門

🏠 ノンセクションの20

🏠 何でも屋

🏠 とくに
協調ロボット、知的情報処理、ゲーム



このへん
ファジィ

RoboCupサッカー

このへん
ファジィ

**ロボットのサッカーチーム
2050年
WCで人間チームに勝つ**

このへん
ファジィ

人間に勝つ




🐼 全員なぎ倒す? -> 反則負け

🐼 人間に危害を加えず

🐼 知的に動いて勝つ

このへん
ファジィ

グランドチャレンジ

-  **アポロ計画 1960**
システム工学の発展
-  **コンピュータチェス 1997**
計算機科学の発展
-  **ロボカップ 2050**
知能ロボットの発展

日常生活への大きな寄与

このへん
ファジィ

リーグ

- **実機リーグ**
 - ヒューマノイド、中型()、小型
- **シミュレーションリーグ**
 - 2D、3D、コーチ(終了)、
混合リアル
- **四足リーグ(終了)**

このへん
ファジィ



サッカー以外

- 🏠 RoboCup レスキュー
災害救助、知能協調ロボット
- 🏠 RoboCup ジュニア チャレンジ
- 🏠 RoboCup@ホーム
家庭用ロボット

このへん
ファジィ

RoboCupの課題

身体性の問題

開いた世界

計り知れない大きさ

「相手」という未知物体

このへん
ファジィ

参考図書

Hiroaki Kitano (Ed.)

RoboCup-97: Robot Soccer World Cup I



Springer



Minoru
Hiroaki

Rob Rob Wo

RoboCup Robo World

Springer

Manuela Veloso Enric
Hiroaki Kitano (Eds.)

RoboCup Robo World

Springer

Gerhard Kraetz

RoboCup Robo World

Springer

Satoshi Tadokoro (Eds.)

RoboCup 2001: Robot Soccer World Cup V



Springer



Gal A. Kaminka
Pedro U. Lima
Raul Rojas (Eds.)

RoboCup 2002: Robot Soccer World Cup VI



Springer



Daniel Polani
Brett Browning
Andrea Bonari
Kazuo Yoshida

RoboCup Robot S World C

LNAI 3020



Springer

Daniele Nardi
Martin Riedmiller
Claude Sammut
José Santos-Victor (Eds.)

RoboCup 2000: Robot Soccer World Cup

LNAI 3276



Springer

Ansgar Bredendfeld
Adam Jacoff
Itsuki Noda
Yasutake Takahashi (Eds.)

RoboCup 2005: Robot Soccer World Cup IX

LNAI 4020



Springer

Gerhard Lakemeyer
Elizabeth Sklar
Domenico G. Sorrenti
Tomoichi Takahashi (Eds.)

RoboCup 2006: Robot Soccer World Cup X

LNAI 4434



Springer

RoboCup



Minoru Hiroaki
RoboCup Robot Soccer World Cup
 Springer

RoboCup 2001:
 Robot Soccer World Cup V
 Springer

RoboCup Robot Soccer World Cup
 Springer

Daniel Polani
 Brett Browning
 Andrea Bonarini
 Kazuo Yoshida (Eds.)
RoboCup Robot Soccer World Cup
 LNAI 3020
 Springer

Lakemeyer et al. (Eds.)
RoboCup 2006: Robot Soccer World Cup X
 LNAI 4434
 Springer

RoboCup 2005:
 Robot Soccer World Cup IX
 Springer

シミュレーションリーグ

このへん
ファジィ

バーチャルロボットの サッカー

このへん
ファジィ

RoboCup:ロボットサッカー研究

8リーグ、1000名以上参加、観客10万人
シミュレーションリーグは、

- 20カ国以上、70チーム、300名以上が参加



RoboCup 2002福岡大会

2005大阪、2006ドイツ、2007アメリカ、2008中国

もっとも地味なリーグ

このへん
ファジィ

もっとも 進んだリーグ

このへん
ファジィ

シミュレーションリーグの メリット

- 🏈 故障しない
- 🏈 繰り返し実験できる → 学習に有利
- 🏈 安い

ゲームでも同じ

このへん
ファジィ

シミュレーションリーグ

- 2D/3D
- バーチャルサッカー場
- ネットワークC/S接続
- 「リアル」な多数の制約
- 22プレイヤー独立・疎結合・非統合
 - ボール込み46次元
- FIFA準拠

このへん
ファジィ

最近の結果

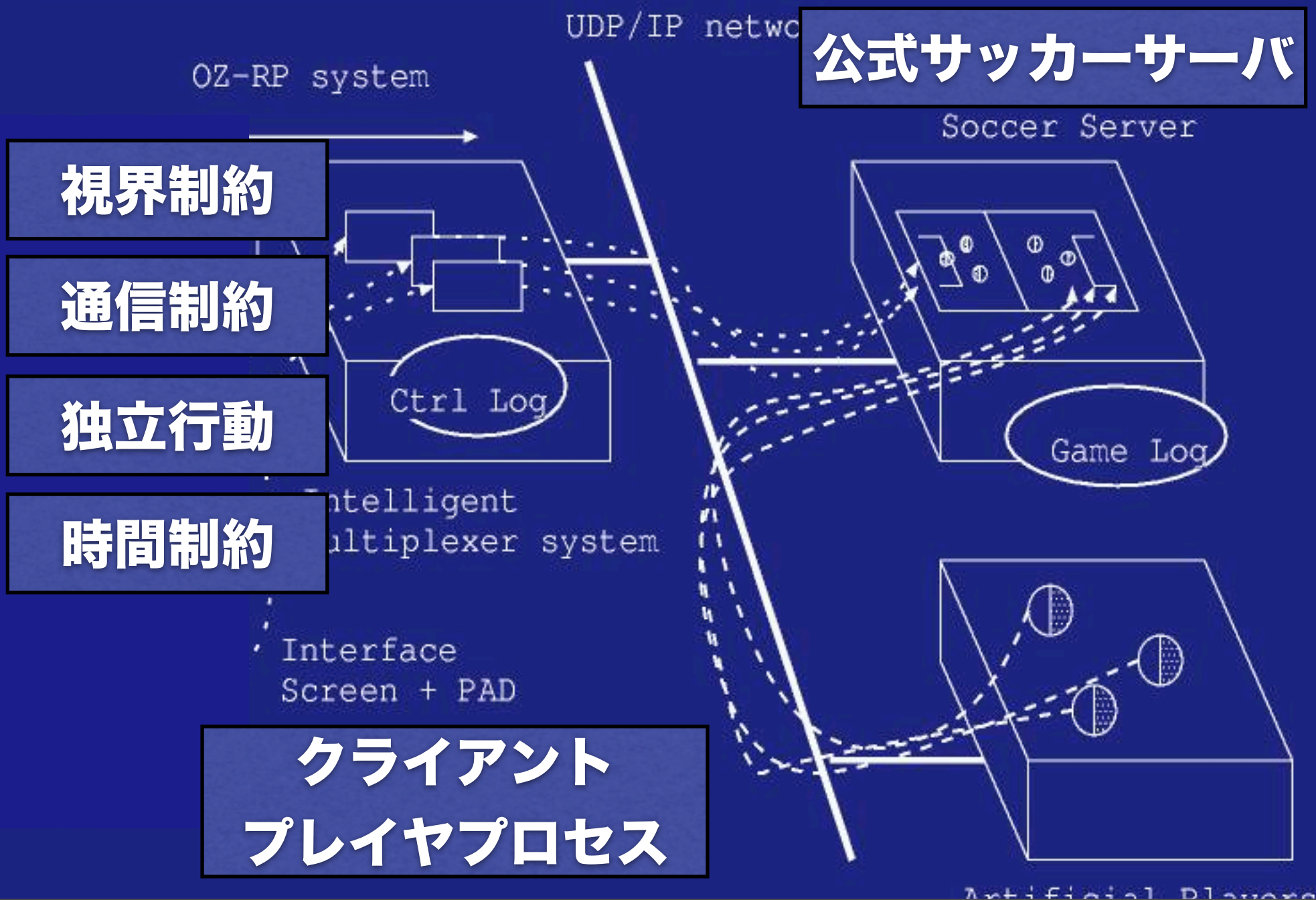
webから

このへん
ファジィ

仕組み

このへん
ファジィ

サッカーシステム



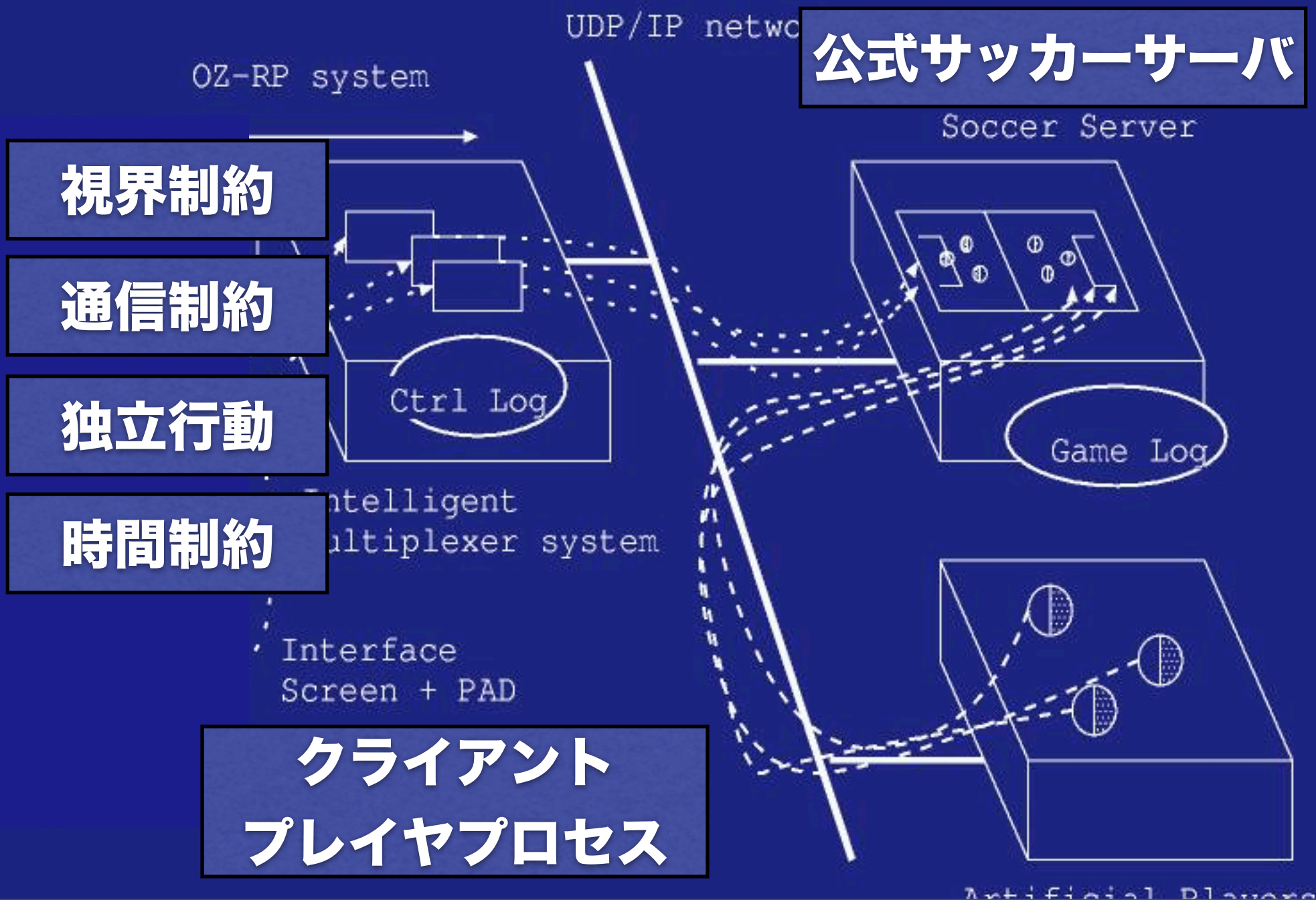
全てのチームがつながった テンポラリネットワーク



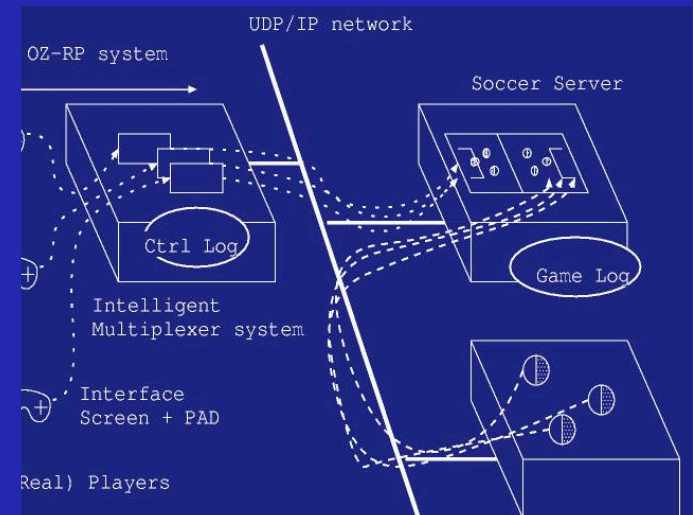




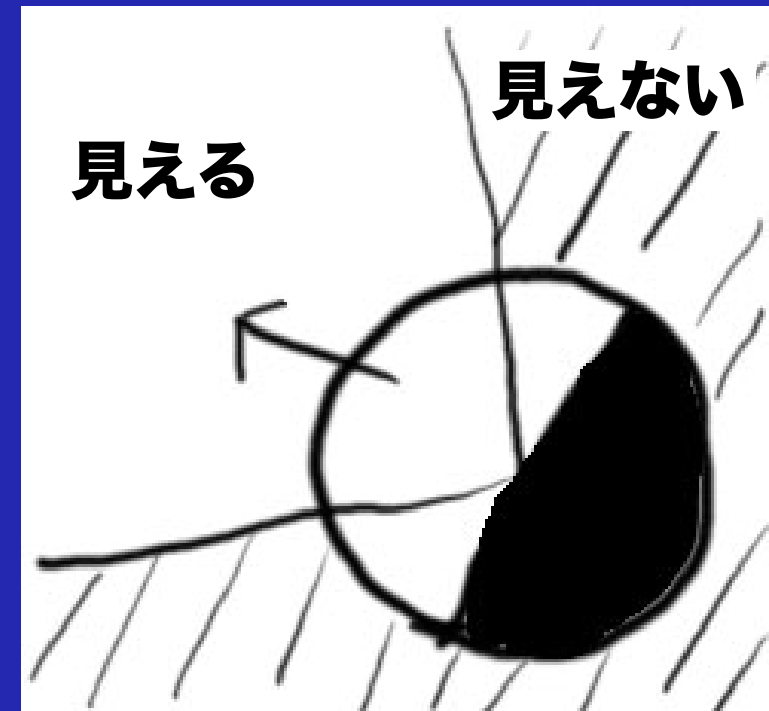
サッカーシステム



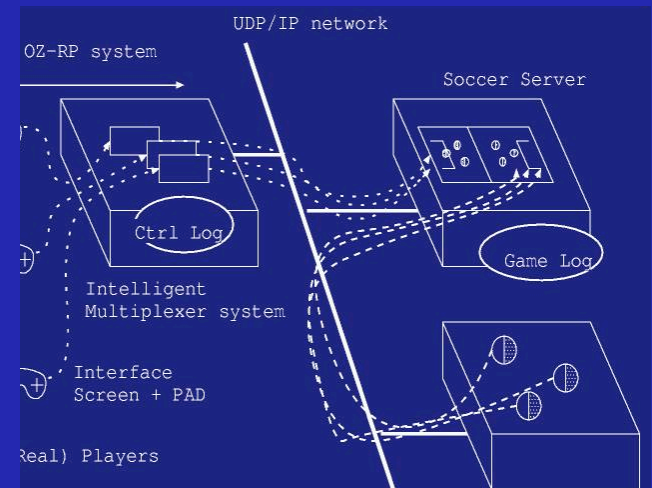
センサ制約



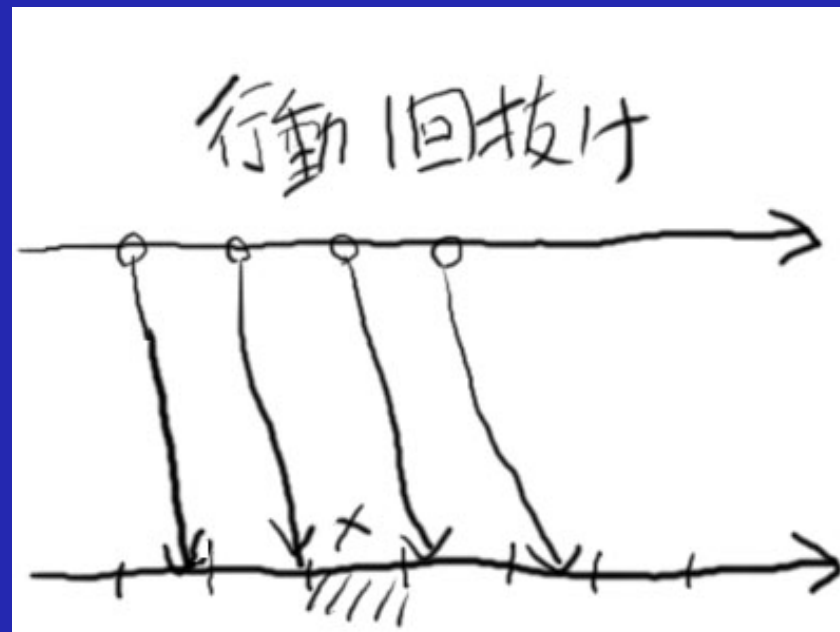
- 🏠 視界は各プレイヤーローカル
- 🏠 遠いものは見えない
- 🏠 視角外は見えない
- 🏠 プレイヤによって見えているものが違う



リアルタイム制約



- 🏑 サーバは実時間で進行
- 🏑 100ms以内に行動を送れないとスキップされる



このへん
ファジィ

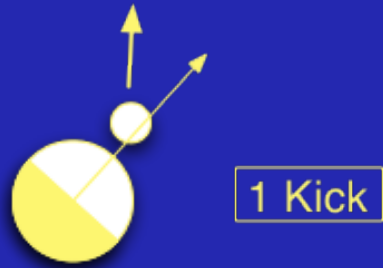
行動制約

- 🏠 前進、回転、キックのみ
- 🏠 「ドリブル」「マーク」などは各自で作る
- 🏠 加速度運動モデル
行き過ぎ戻すのに時間かかる

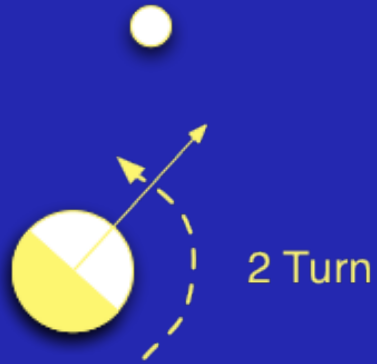
このへん
ファジィ

ドリブる

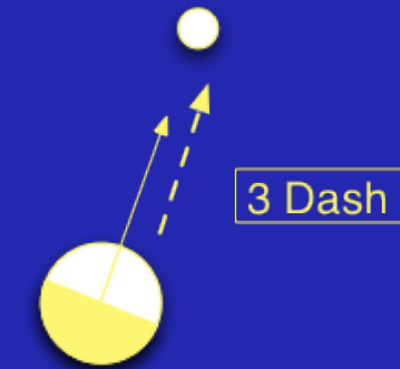
蹴って



向いて



走って



繰り返す



基本的な一つの行動も
複数の動きの集まり



プログラミングの負担大



通信制約

- 👤 プレイヤ同士は、
サーバ上の「声」以外通信不可
(個別のソケット等は不可)
- 👤 声は 10文字以内で、
遠方に届かず、
近隣全員に聞こえる(敵にも)

このへん
ファジィ

参考図書

残念ながら
現在絶版

...

再版.com

ロボカップ^oサッカー シミュレーション2Dリーグ 必勝ガイド

RoboCup2005 Osaka 3位入賞
ロボカップジャパンオープン2006 北九州 優勝
TokyoTechSFC(現チーム名 HELIOS)開発者
秋山 英久o

NPO法人ロボカップ日本委員会o



RoboCup この1冊で
勝ちにいぐ。

◎RoboCupサッカーシミュレータ RCSoccerSim バージョン10
◎高機能モニタ&ビジュアルデバッガ soccerwindow2
◎HELIOSのノウハウが詰まった特製ライブラリlibrsc



秀和システム

RoboCupでの AI技術

このへん
ファジィ

C++プレイヤソース UVAの

例

```
SoccerCommand BasicPlayer::kickBallCloseToBody( AngDeg ang, double dKickRatio )
{
    AngDeg    angBody    = WM->getAgentGlobalBodyAngle();
    VecPosition posAgent  = WM->predictAgentPos( 1, 0 );
    double    dDist      = SS->getPlayerSize() +
                          SS->getBallSize() +
                          SS->getKickableMargin()*dKickRatio;
    AngDeg    angGlobal  = VecPosition::normalizeAngle( angBody + ang );
    VecPosition posDesBall = posAgent + VecPosition( dDist, angGlobal, POLAR );
    if( fabs( posDesBall.getY() ) > PITCH_WIDTH/2.0 ||
        fabs( posDesBall.getX() ) > PITCH_LENGTH/2.0 )
    {
        Line lineBody = Line::makeLineFromPositionAndAngle( posAgent, angGlobal );
        Line lineSide(0,0,0);
        if( fabs( posDesBall.getY() ) > PITCH_WIDTH/2.0 )
            lineSide = Line::makeLineFromPositionAndAngle(
                VecPosition( 0, sign(posDesBall.getY() ) * PITCH_WIDTH/2.0 ), 0 );
        else
            lineSide = Line::makeLineFromPositionAndAngle(
                VecPosition( sign( posDesBall.getX() ) * PITCH_LENGTH/2.0, 0 ), 90 );
        VecPosition posIntersect = lineSide.getIntersection( lineBody );
        posDesBall = posAgent +
            VecPosition( posIntersect.getDistanceTo( posAgent ) - 0.2,
                angGlobal, POLAR );
    }

    VecPosition vecDesired = posDesBall - WM->getBallPos();
    VecPosition vecShoot   = vecDesired - WM->getGlobalVelocity( OBJECT_BALL );
    double    dPower      = WM->getKickPowerForSpeed( vecShoot.getMagnitude() );
    AngDeg    angActual   = vecShoot.getDirection() - angBody;
                    angActual = VecPosition::normalizeAngle( angActual );

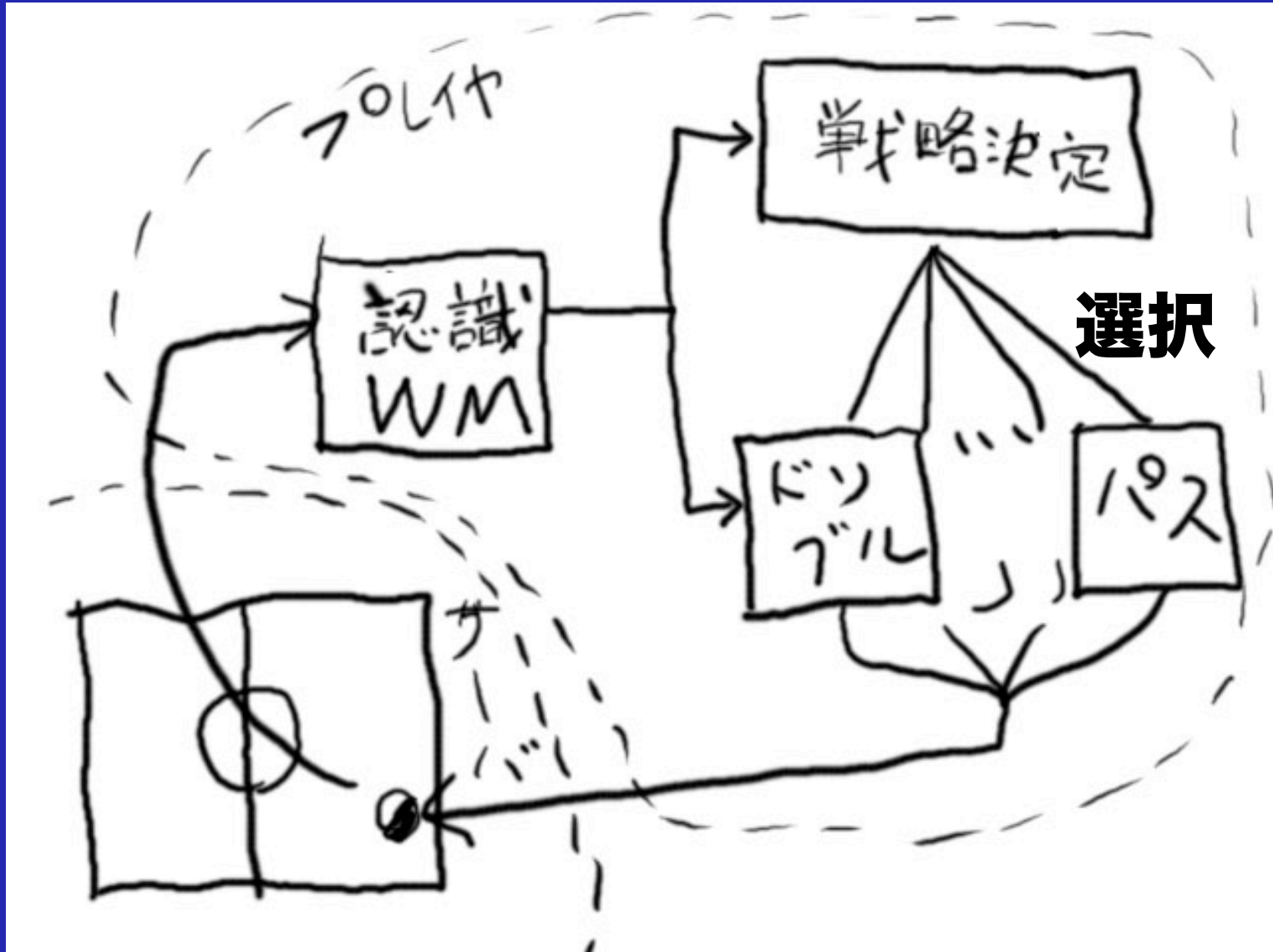
    if( dPower > SS->getMaxPower() && WM->getBallSpeed() > 0.1 )

```

だいたい1万行くらい



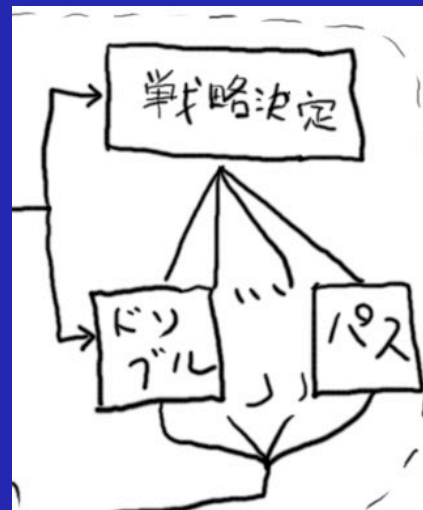
プレイヤーの基本構造



のへん
アジイ

チームワークのもと

- 各プレイヤーの役割分担
- フォーメーションの作り込み
(動的な) ポジション決め
- 役割に応じた行動
「ディフェンダのドリブル」 など



このへん
ファジィ

リアルタイムAI

- 固定動作型 (高速)

 - Decision tree (作り込み)

 - ルールベース、ファジィルール

- 探索型

 - 行動の生成検査

- 学習?

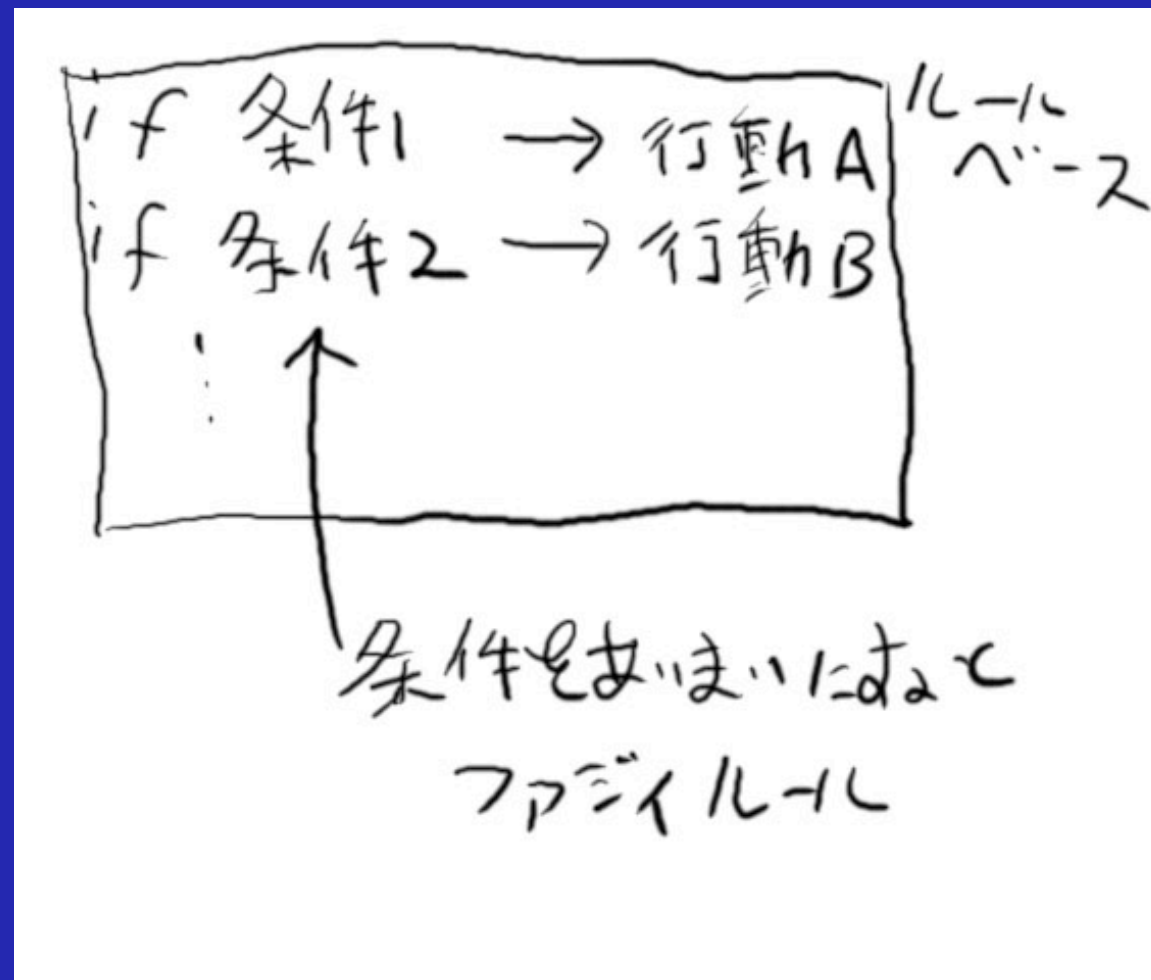
すべて

評価関数が必要

このへん
ファジィ

ルールベースプレイヤ

- 🏠 現在の状態を認識
(推定)
- 🏠 当てはまるルール
を検索
- 🏠 複数ルールの調停
- 🏠 行動決定
- 🏠 Decision tree
も同じ



学習

- すべての枠組みの中で、
評価関数などの調整を学習で行う
- 強化学習
最近が多い -> Brainstormers
- ニューラルネット ドリブルの獲得
- GA チームワークの獲得

このへん
ファジィ

強化学習



動物の調教



単純な目標 (評価が大雑把 : エサ報酬)



複雑な手順 (アルゴリズムの発見ができる)



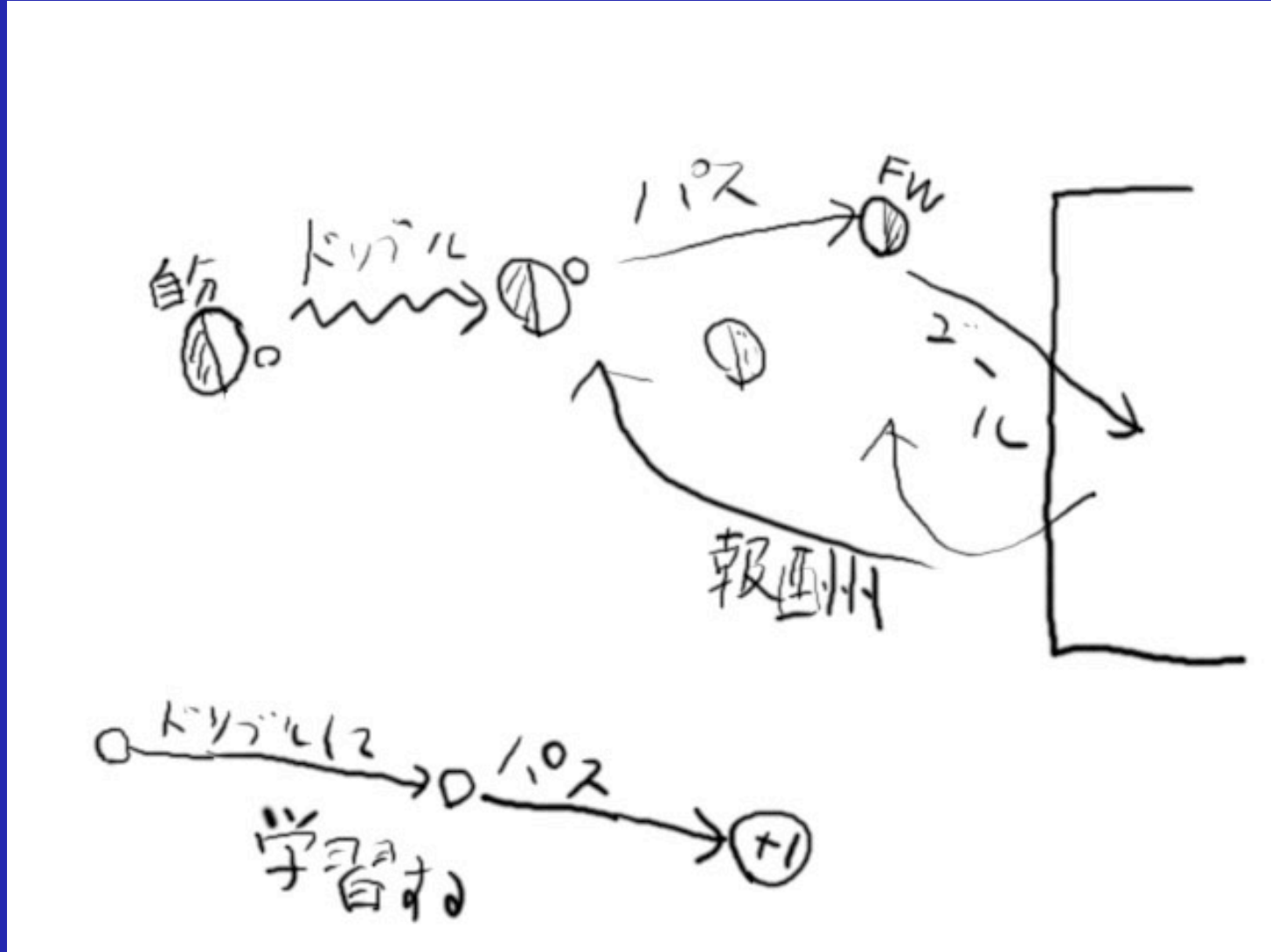
状態遷移/価値関数

こんな状態のとき

->こんなことするとあとあと良い

このへん
ファジィ

強化学習



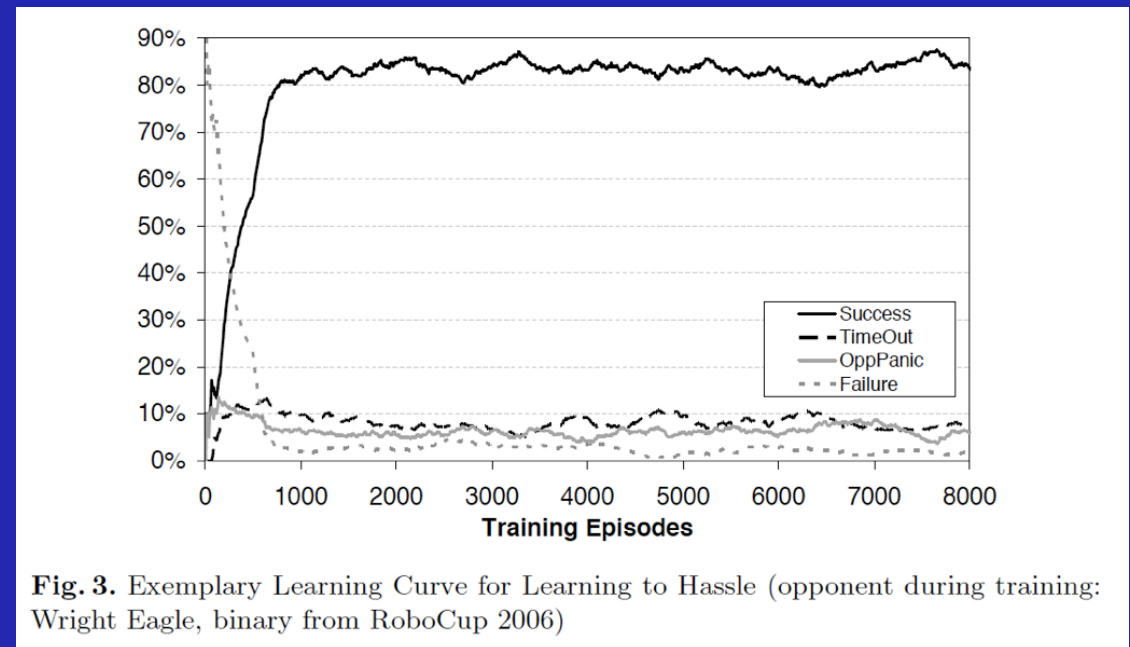
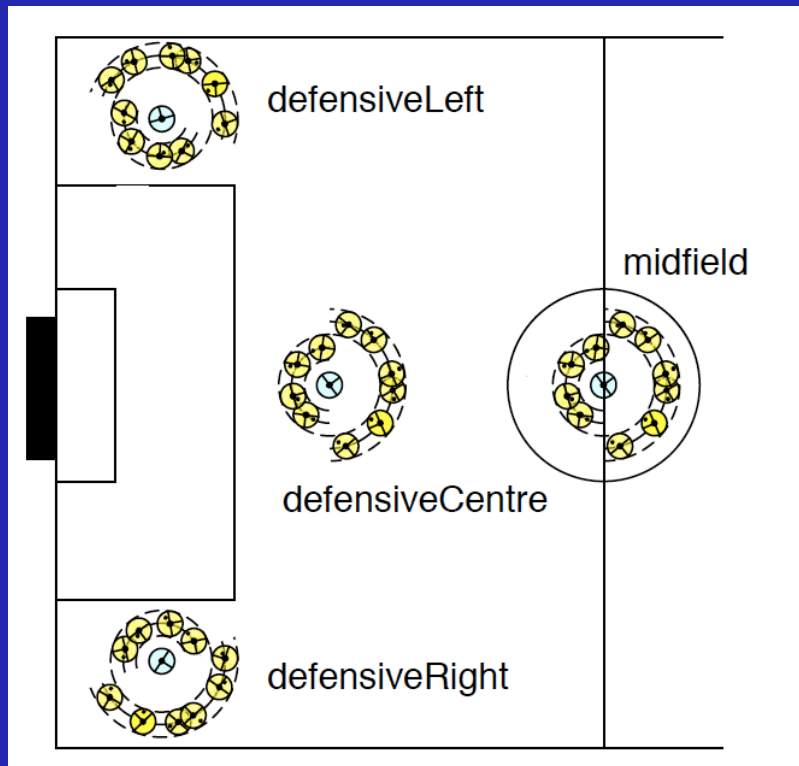
このへん
ファジィ

Brainstormersの

強化学習

近接戦での 回避行動

Neurohassle TD



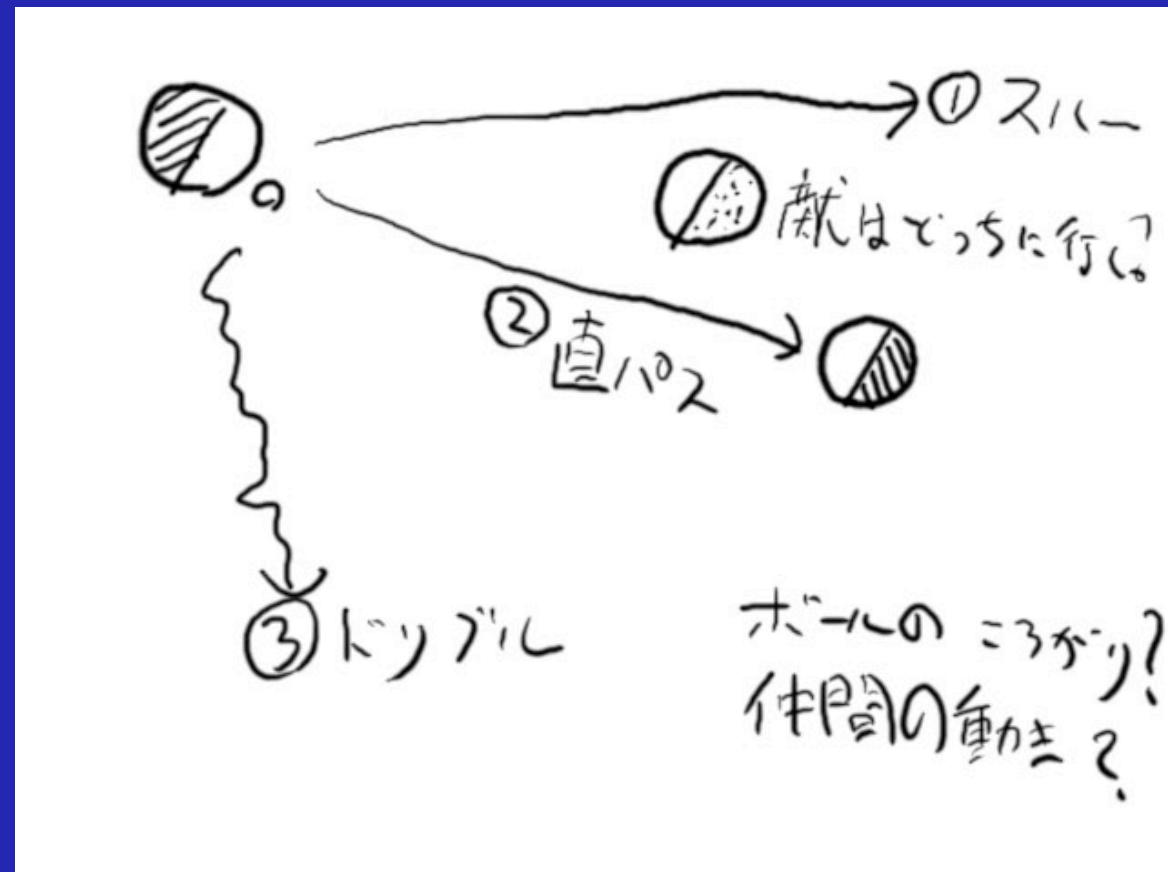
探索型プレイヤ

- 🐼 計算機パワーを駆使
- 🐼 未来予測をしながら行動決定

このへん
ファジィ

探索型プレイヤ

- 「今」可能な**行動**を列挙
- 内部モデルによって**行動結果**を**推定**
- 結果の**評価**
- 最良の**行動**を**選択**実行
- 毎回**大量**の**計算**



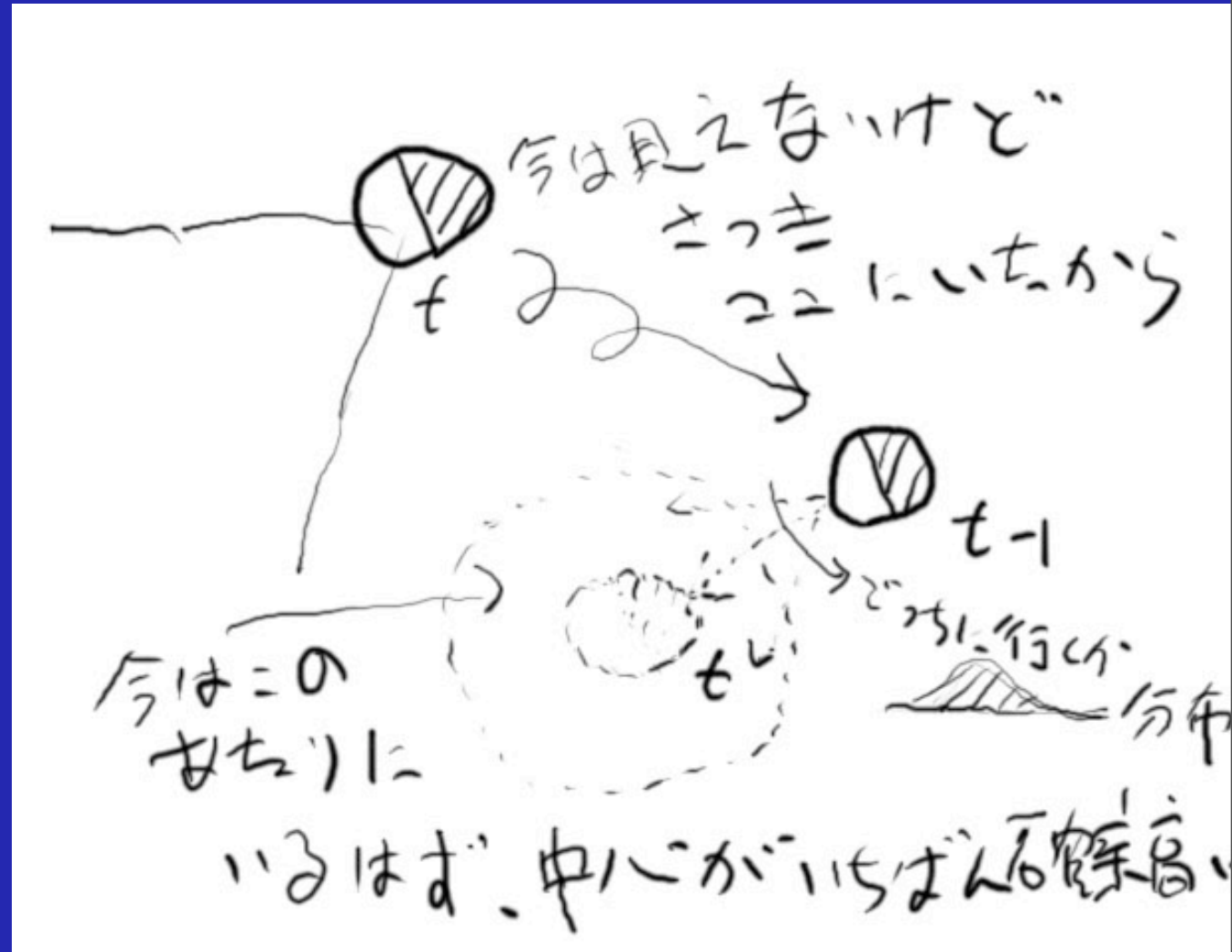
状態認識・推定



生のセンサ
情報は誤差
と欠落だら
け



カルマン
フィルタ(統
計的推定モ
デル)



状態認識2

- 🐼 SOM:自己組織化マップ
- 🐼 「状態」は区切りなく無限
- 🐼 経験から状態の区分を会得する
- 🐼 「有利な状態」 「チャンス」のひろがり

このへん
ファジィ

バーチャルロボットキット

OZED

このへん
ファジィ

2005年度上期 未踏ソフトウェア

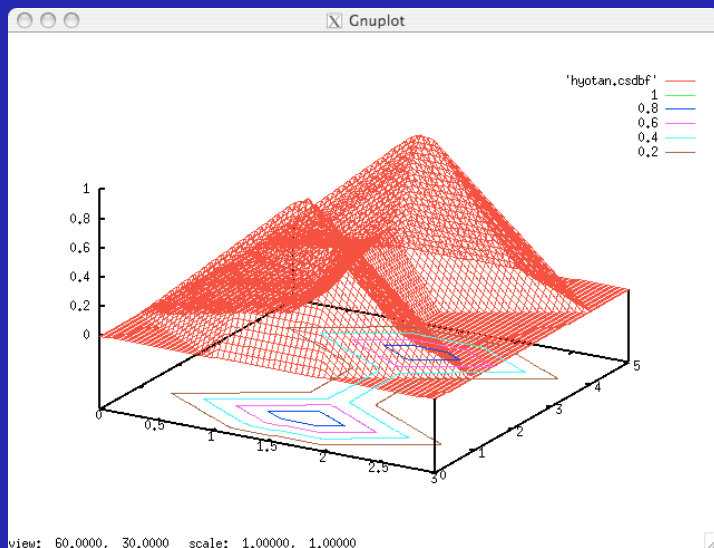
このへん
ファジィ

「このへんファジィ」

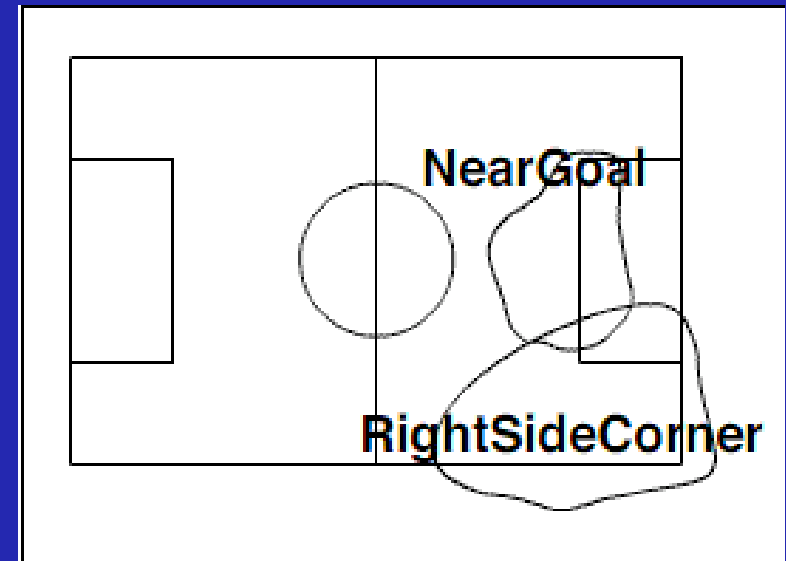
このへん
ファジィ

このへんファジィ

- ⚽ 多次元による「正確」な表現
- ⚽ 複雑システムの「本質的」な表現



サッカー
では
→



対人間の実験

OZRP

このへん
ファジィ

2050年よりまえに 人間が対戦してみた

このへん
ファジィ

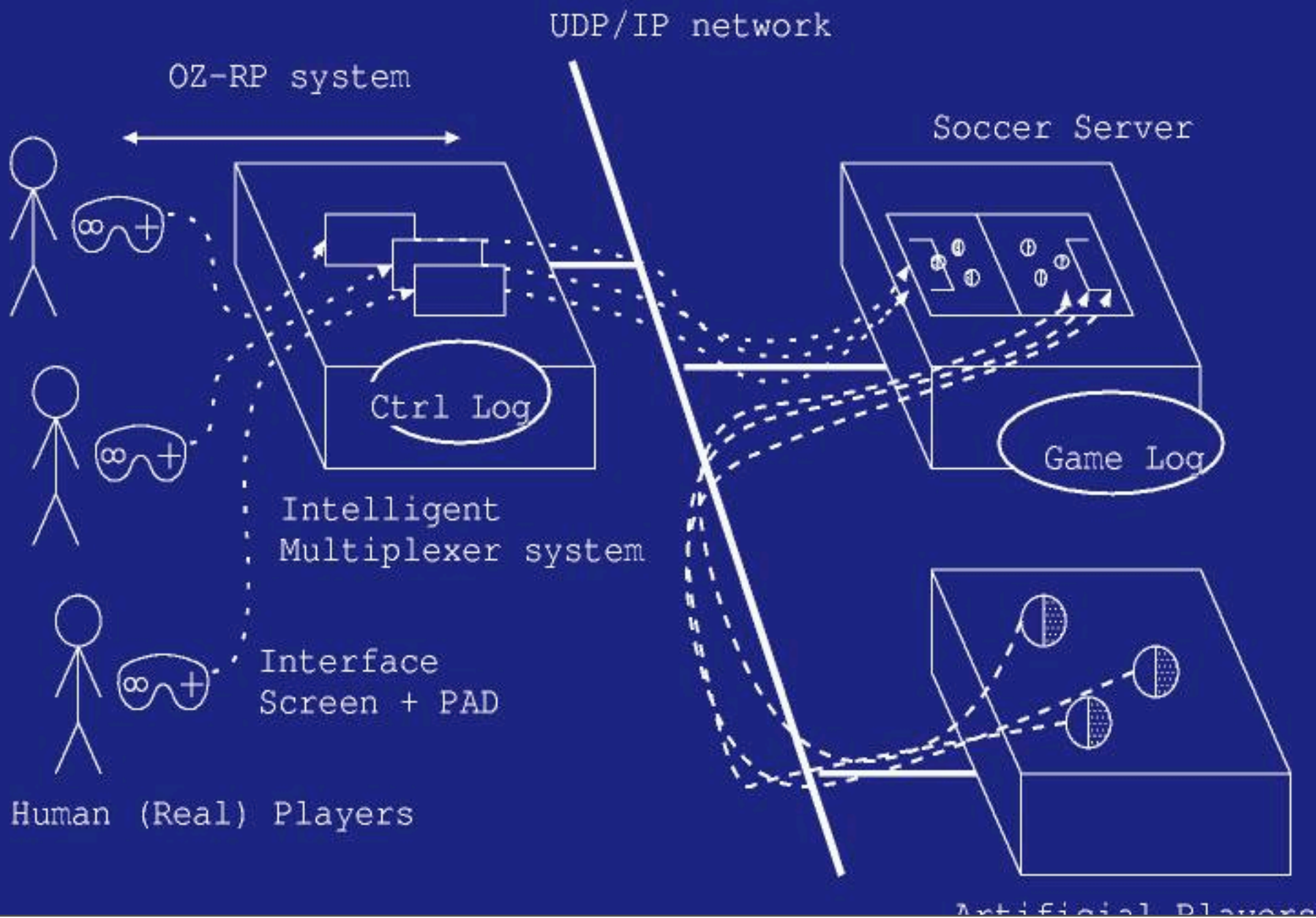
人間参戦システム
OZ-RP

OZ-RPの目指すもの

OZ-RP = OZ by Real Players

- シミュレーション世界への人間の参戦
- 試合における人間参加の意義
 - ロボットの知性は人間にまさるか？
- よりよいユーザインタフェースの提案
 - 人間行動の記録と分析／モデリング
 - 高速反応/協調系でのヒューマンインタフェースの検討
- 可搬性、耐久性、安価
 - 実験可用性の実現

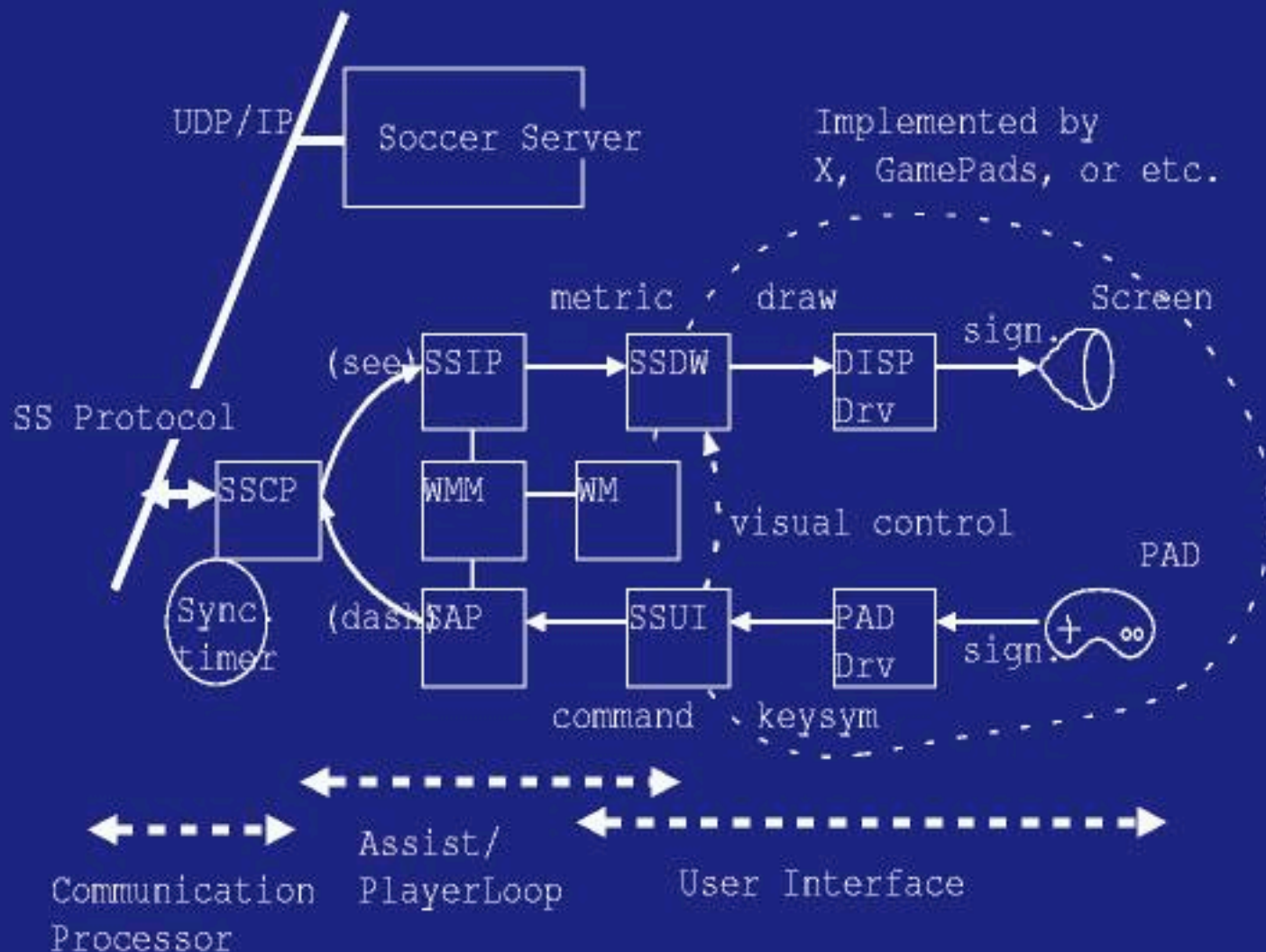
OZ-RPの概要



OZ-RPシステム構成と実システム例

概念設計

通信部、アシスト部、ヒューマンインタフェース部



OZ-RPシステム構成と実システム例

OZip

- Xウィンドウ/キーボードをインタフェースに利用
- チーム *Puppets*(福井大)ベースの半自動化
- 目標点移動、ボール追従、キック



OZ-RPシステム構成と実システム例

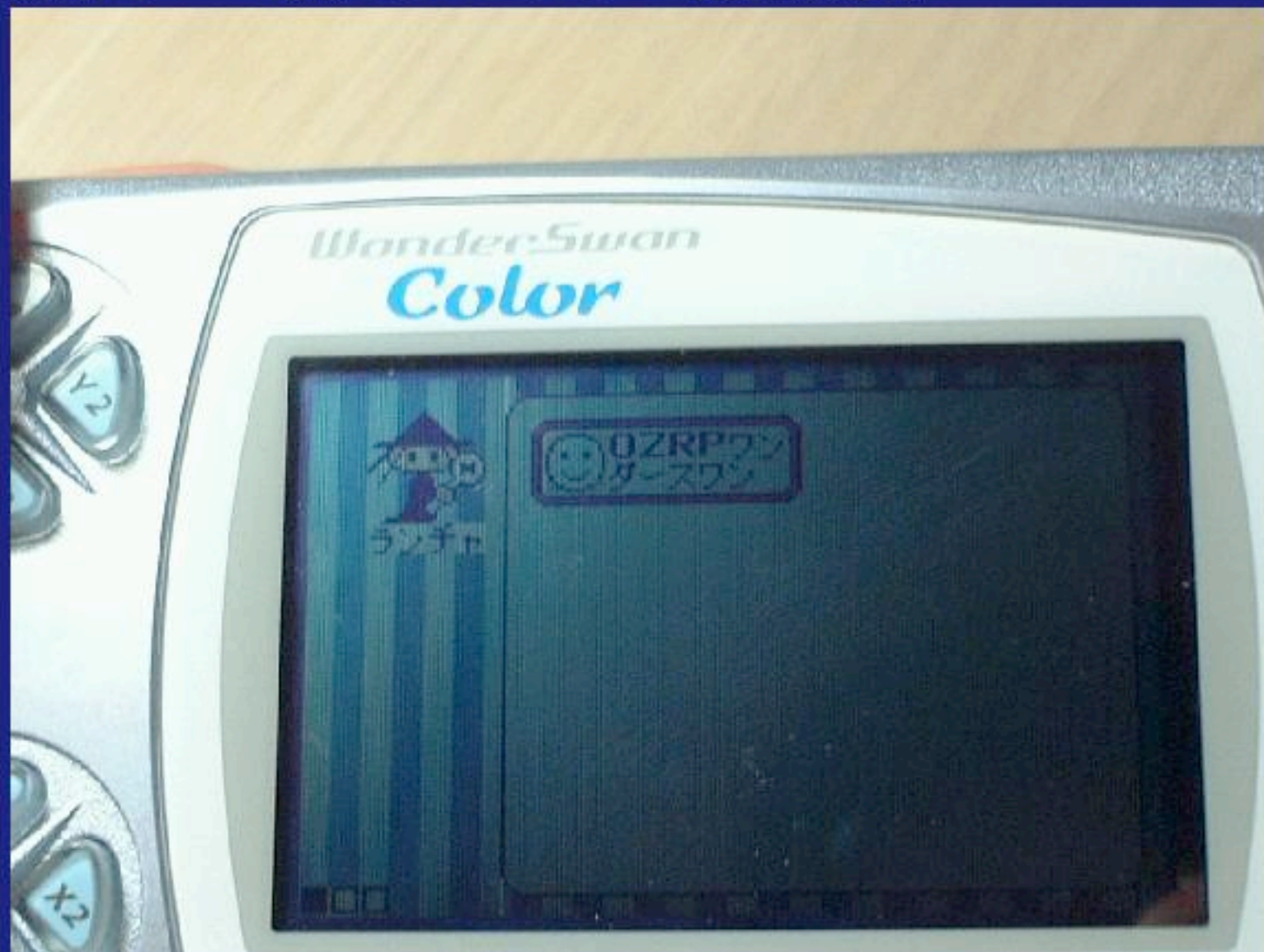
OZRPWWS + OZip

- 携帯ゲーム機をインタフェースに利用



OZ-RPシステム構成と実システム例

携帯ゲーム機向けプログラム開発環境



OZ-RPシステム構成と実システム例

サッカーインタフェース

OZRP画面



OZ-RPシステム構成と実システム例

OZRPWWS + OZip

- 携帯ゲーム機をインタフェースに利用



ヨーロッパのひとびと



OZ-RPを使用した試合の様子

RoboCup2001



次世代 OZ-RP システムインタフェース

PDA(携帯情報端末利用)



OZ-RPでの人間の行動実例

ジャパンオープンにおける点数の履歴

得失点	相手	相手の強さ	
0-9	<i>FC Tripletta</i>	2位	
0-5	<i>11Monkeys3</i>	5位	
0-1	<i>Zeng01</i>	9位	↓強さ順
1-1	<i>JINN</i>	9位	
13-0	<i>Nohohon G2</i>	予選	弱いチームに
26-0	もんじろー組	予選	とことん強い
-----↓-----時間経過-----			
0-5	<i>Harmony</i>	3位	
0-5	<i>RaiC</i>	9位	↓試合時間順
0-2	<i>TakAI</i>	予選	
0-2	<i>Gemini</i>	4位	学習効果

OZ-RP 2002春季競技会(国内大会)

最終順位:7位/23チーム中

<i>OZ-RP YourOne</i>	<i>12-0</i>	○	
<i>OZ-RP OZ</i>	<i>0-0</i>	△	
<i>OZ-RP Zeng</i>	<i>0-0</i>	△	
<i>OZ-RP Hana</i>	<i>0-0</i>	△	
<i>OZ-RP NITSisphus</i>	<i>13-0</i>	○	
<i>OZ-RP YAMAKASA</i>	<i>1-0</i>		○
<i>OZ-RP YowAI2002</i>	<i>0-0</i>	△	

OZ-RP 使用実績

- 2001/4 ジャパンオープン01(試合+デモ)
- 2001/6 ジャーマンオープン(デモ)
- 2001/8 RoboCup2001 シアトル大会(招待デモ)
- 2001/8 産総研テクノキッズ(デモ)
- 2002/3 春季競技会(試合:7位/23チーム)
- 2002/3 新潟自然科学館 ロボット展(デモ)



RoboCup2001

2005-2008
JapanOpen公式デモ

2008JapanOpen



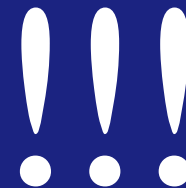
2008JapanOpen



2008JapanOpen



2004年度ジャパンオープン3位入賞

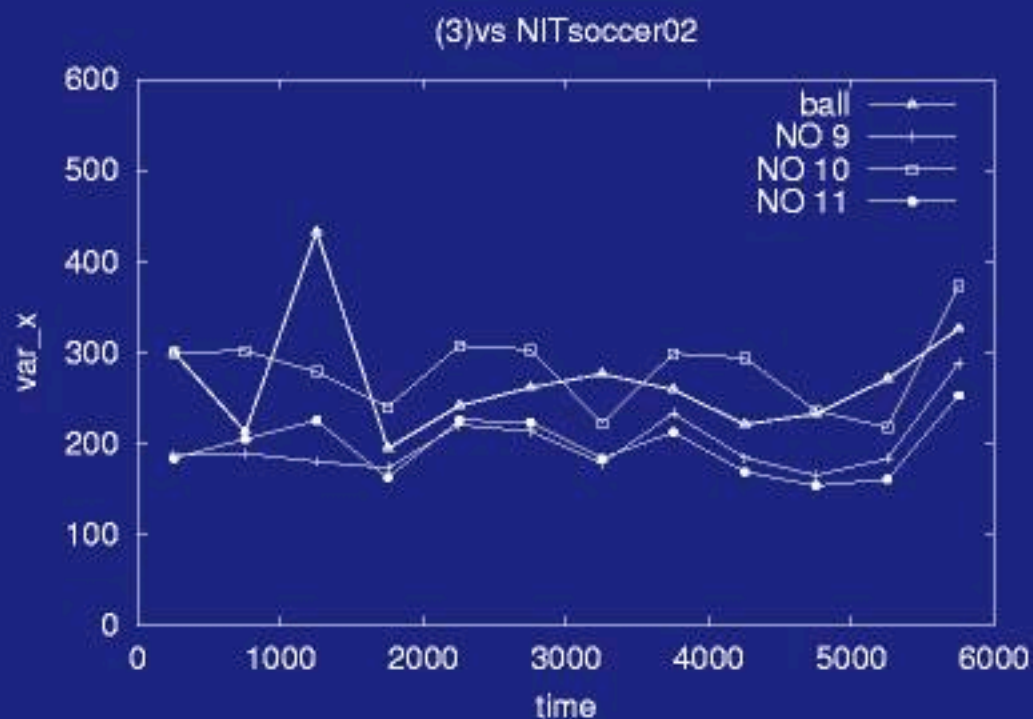
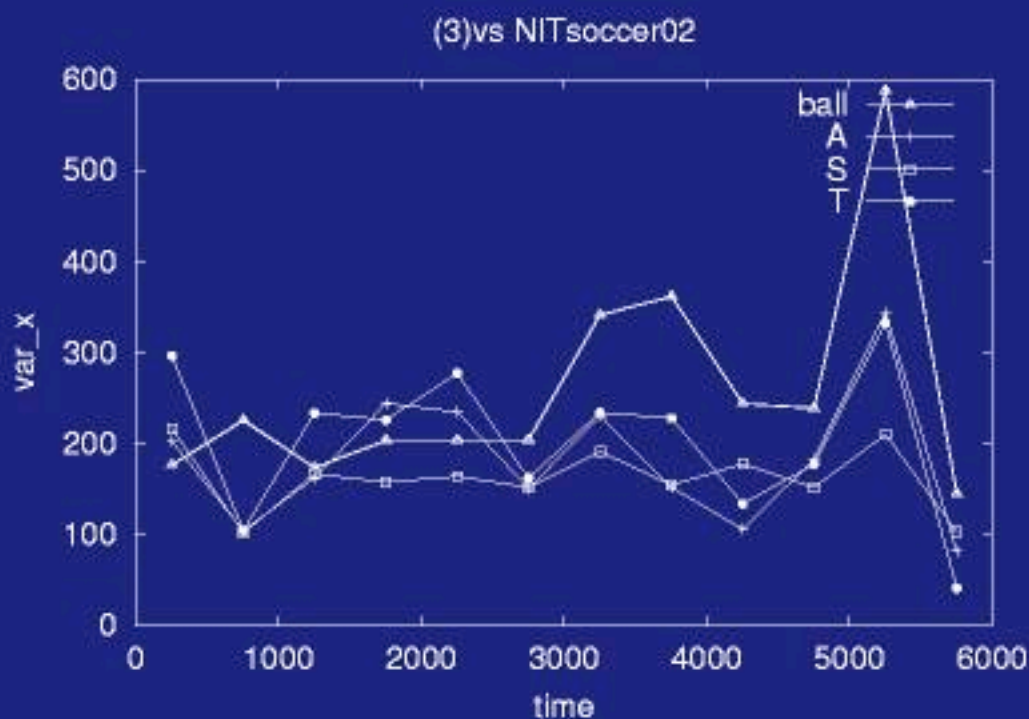


人間がロボットと対戦

運動量の時間変化3

OZRP

HELIOS



まとめ

ヘテロチーム *OZ* を組織しサッカー対戦実験を行なった

- 疎な協調関係が有効に機能した

OZ-RP システムを提案、実装し、公式試合を含め実対戦した

- リアルタイム／協調世界での人間の挙動の観測

OZ-RPのまとめ

OZ-RP

- 人間の高度な学習能力がみられた
 - 一試合中でも能力が向上
 - チームプレイ(協調)の習得が速い

- 高度なプレイがみられた
 - スルーパス、
 - 視界外へのチャレンジングなパス

結論

人間の特性

- 暗示的コミュニケーションの使用
- 驚異的な速度の協調行動学習

自律的なフォーメーションの発現
運動量の最適化／行動の洗練
相手チームへの高速適応性

短時間で大きな変化

- かつ、繊細に調整されている。

協調状態の分析手法の OZカバリング の有効性を示した

OZ-RPの今後

専門チームの育成

- ユーザインタフェースの影響をできるだけ排除
- 人間の動的判断のモデル化

練習過程の追跡

- 人間の動的行動における学習過程の分析

各種応用

- 行動分析と最適指示システム
- 知的インタフェーステストベンチ(リアルタイムシステム)
- ネットベース遠隔試合(バリアフリースポーツ)

最後に ロボカップのすすめ

このへん
ファジィ

RoboCupの目指すもの

🏠 知的システム界の F1

🏠 先端技術のテスト

🏠 産学連携による開発

🏠 技術力の宣伝



大会予定

- 🏠 **ジャパンオープン**
 - 🏠 **毎年ゴールデンウィーク**
 - 🏠 **2008は大阪**

- 🏠 **RoboCup国際大会**
 - 🏠 **2008はオーストリア**



メリット

このへん
ファジィ

技術の獲得

いろいろやっています

困ったらご相談ください

このへん
ファジィ

人材の獲得

良い人材そろってます

このへん
ファジィ

まとめ

このへん
ファジィ

- 🏠 RoboCupサッカーとは
- 🏠 RoboCupで使われるAI技術
- 🏠 頑張ると「人間らしい」チームに
- 🏠 このへんファジィ OZED
- 🏠 対人間 OZRP

このへん
ファジィ