

# 駒指しによるチェスゲーム用インターフェースの提案

内山 雅文<sup>†1</sup> 市橋 浩典<sup>†1</sup> 高橋 友一<sup>†2</sup>

現在,多くのボードゲーム用インターフェースはマウスやキーボードである.日常的にPCを使わない人にとってこれらのインターフェースは操作しにくい.そこで本研究は,直感的で現実感のあるインターフェースを提案するため,駒に見立た駒アイコンを印刷した紙による入力と,水平に置いたディスプレイに表示される駒アイコンによる出力及びマイクロロボットによる出力を行うインターフェースを作成する.

本研究で作成したインターフェースの概要と使用機器,必要な環境を示す.またこのインターフェースの応用例として将棋やオセロなどチェス以外のボードゲームを挙げる.

## Proposal of an interface using pieces for chess games

MASAFUMI UCHIYAMA,<sup>†1</sup> HIRONORI ICHIHASHI<sup>†1</sup>  
and TOMOICHI TAKAHASHI<sup>†2</sup>

Today, many interfaces for board games use a keyboard and a mouse. For the digital divide people, these interfaces are not easy ones to play games. We propose an interface using pieces for board games. We create interfaces that human players move paper pieces and computer players output moves by displaying icon or controlling micro robots.

Two kind of prototype systems have been implemented and these interfaces are discussed.

### 1. はじめに

現在のPCボードゲームのインターフェースは,マウスやキーボードを使用したものが多い.マウスやキーボードはボタンが複数あるため操作が複雑になり,日常的にPCを使わない人にとって操作を覚えるまでに時間がかかる.これはボードゲームをする上で抵抗になるため,説明をしなくても誰もがすぐ(以下「直感的」とする)に操作できるインターフェースを考える必要がある.

そこで本研究はより直感的なインターフェースの実現のため,チェスを例に駒さし動作を入力とするボードゲーム用インターフェースを作成し,提案する.

### 2. 関連研究

ボードゲーム用インターフェースとしてGUIを使用したインターフェースがある(図1-a参照)これはPCのみでチェスを行える一方,マウス操作による入力が

必要なので,使いにくいインターフェースである.また実物の駒を使用しないため現実感が無いインターフェースである.

ディスプレイではなく実物の駒を使用したインターフェースとしてNOVAG社の2Robot Electronic Chess<sup>1)</sup>やPal TechnologyのREEM-A/REEMB<sup>2)</sup>などがある(図1-b参照)これはアーム型ロボットを使用するため,人間同士のチェスに近い感覚で行える一方,駒を動かす際の挙動が大きくなり安全性に問題がある.

上記2つの方法と本研究で提案するインターフェースを表1に示す.

### 3. 提案インターフェース

本研究作成した2つのインターフェースの違いはPC側の駒の動きに画像を使用するか,マイクロロボットを使用するかである.以下に各インターフェースの概要を示す.

#### 3.1 実駒型チェスの概要

このインターフェースは駒アイコンが印刷された紙を人側の駒(入力)とし,駒アイコンをPC側の駒(出力)とする(図1-c参照,以下「実駒型チェス」とする)実駒型チェスの構成図を図2-aに示す.またその

<sup>†1</sup> 名城大学大学院 理工学研究科  
Meijo University,  
Graduate School of Science and Technology

<sup>†2</sup> 名城大学 理工学部  
Meijo University,  
Faculty of Science and Technology

表 1 関連研究と提案インタフェースの比較

Table 1 Comparison between associated study and proposal interfaces

	形態	現実感	使用機器	入力方法	出力方法	利点	問題点
a	PC 上で 仮想のチェス*1	×	PC	マウス 操作	ディスプレイ に表示	PC のみで 実現可能	現実感が無い, マウス操作が必要
b	アームを有する ロボットが 駒を動かす*2		人型ロボット or PC, センサ, アーム型ロボット	実物の駒 を動かす	ロボットが 駒を動かす	駒を動かす入力, 人間同士のチェスに 近い感覚で打てる	ロボットの動きが 大きいため安全性に 問題がある
c	ディスプレイに 駒を表示*3		PC, Web カメラ, ディスプレイ	紙の駒を 動かす	ディスプレイ に表示	駒を動かす入力	No.3 及び No.4 より現実感が劣る
d	駒 (マイクロ ロボット) が動く *4		PC, Web カメラ, マイクロロボット, 赤外線送信器, ディスプレイ*5	紙の駒を 動かす	駒自体が動く	駒を動かす入力, 駒自体による出力	マイクロロボットの 数が多くなり 維持, 管理が大変

\*1: 図 1-a 参照 \*2: 図 1-b 参照 \*3: 図 1-c 参照 \*4: 図 1-d 参照 \*5: 無くても良い



図 1 チェス用インタフェース

Fig.1 Interfaces for chess games

手順を以下に示す。

- (1) 人間が駒を動かす
- (2) カメラで基準マーク (図 1-c 右上参照) と駒のマーク (図 1-c 右下参照) を撮影
- (3) 撮影した画像を元に PC が基準マークからの各駒の相対位置を計算し、フィールドの状況を把握
- (4) PC が次の一手を計算
- (5) ディスプレイの表示を更新し駒アイコンを移動

### 3.2 駒自走型チェスの概要

このインタフェースは駒アイコンが印刷された紙を人側の駒 (入力) とし、マイクロロボットを PC 側の駒 (出力) とする (図 1-d 参照, 以下「駒自走型チェス」とする) 駒自走型チェスの構成図を図 2-b に示し、手順を以下に示す。

- (1) 人間が駒を動かす
- (2) カメラで基準となるマークと駒のマークを撮影
- (3) 撮影した画像を元に PC が基準マークからの各駒の相対位置を計算し、フィールドの状況を把握
- (4) PC が次の一手を計算

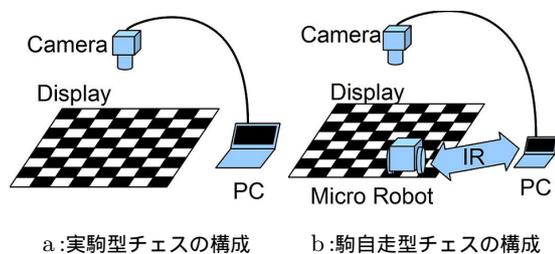


図 2 提案インタフェースの構成図

Fig.2 Configuration diagram of proposal interfaces

- (5) PC からマイクロロボット (図 1-d 右上参照) に赤外線で命令を送信
- (6) ロボットが動く

### 3.3 使用機器と必要な環境

本研究で使用した機器を表 2 に、機器のサイズを図 4 に示す。また詳細を以下に示す。

#### 3.3.1 マークの選択

マークは表 3, 図 3 に示すように画像マーク, 2次元コードがある。画像マークを使用した場合, 図 3-a に示すようにマーク全体を有効に利用できる。一方 2次元コードを選択した場合, 人間が認識できる駒にす

表 2 使用機器一覧  
Table 2 Used equipment

	項目	詳細
PC	CPU	Intel (R) Core (TM) 2 Duo T9300 @ 2.50Ghz 2.5GHz
	メモリ	2.00GB
	GPU	GeForce (R) 8400M GS
ディスプレイ	解像度	1280×1024
	大きさ	19 インチ, 305×375*1
カメラ	型番	QCAM-200V
	解像度	960×720
	FPS	10
マイクロロボット	大きさ	25×25×25*2

\*1:縦 [mm]×横 [mm], \*2:縦 [mm]×横 [mm]×高さ [mm]

表 3 カメラとマークの比較  
Table 3 Comparison of cameras and marks

	利点	欠点	ライブラリ
web カメラ	低価格 (1万円)	低解像度 (640×480)	-
IEEE1394 カメラ	高解像度 (1600×1200)	高価格 (15万円)	-
画像マーク	人が見て 分かりやすい	認識数 が多い	ARToolKit*1
2次元 コード	精度が良い, 認識数が多い	人が見て 分かりにくい	QRCode*2, ARTag*3

\*1:図 3-a 参照, \*2:図 3-b 参照, \*3:図 3-c 参照



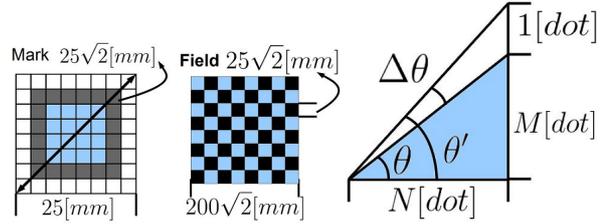
a:ARToolKit b:QRCode c:ARTag

図 3 各ライブラリ用駒マーク  
Fig.3 Marks for each library

るため図 3-b 下および、図 3-c 下に示すような駒を作成する必要がある。このマークでは、駒全体にマークを表示できず、より高解像度のカメラが必要になる。また駒の画像が小さくなるため、人間も認識しにくくなる。そこで本研究では図 3-a に示す ARToolKit のマークを使用する。

### 3.3.2 駒とフィールドの大きさ

本研究では一般的なチェス版と同程度の大きさのディスプレイ (表 2 参照) を使用する。17 から 19 インチのディスプレイとすると、駒の大きさは 3[cm] 四方までが一つの目安となる。そのため 1 マスあたりの大きさから Eco-Bel<sup>4)</sup> と呼ばれる車型マイクロロボット (以下「Eco-Bel!」とする) を使用する。



a:駒 b:フィールド

図 4 駒とフィールドのサイズ

Fig.4 Necessary size of a mark and a field

### 3.3.3 カメラの解像度

ARToolKit の特性上マークは  $n[\text{dot}] \times n[\text{dot}]$  の正方形でなければならない。そのマークの周りには黒い枠が必要であり、さらにその周りに余白が必要である。2 チーム分の 32 通りの駒を表すためには、図 4 に示すように、最低でも  $8[\text{dot}] \times 8[\text{dot}]$  が必要である。駒の大きさより  $1[\text{dot}]$  の一辺は  $\frac{25}{8}[\text{mm}/\text{dot}]$  なので、チェス版となるディスプレイの一辺は  $200\sqrt{2} \div \frac{25}{8}[\text{dot}]$  の長さが必要である。よってカメラは

$$91[\text{dot}] \times 91[\text{dot}] \quad (1)$$

以上を認識できる解像度が必要である。表 3 より web カメラ, IEEE1394 カメラ共に十分な解像度があるため、本研究ではより安価な web カメラを使用する。

### 3.4 カメラの認識精度

駒自走型チェスは、正確に Eco-Bel! の位置と向きを認識する必要がある。カメラの視野内に最大限フィールドが入ると仮定すると、 $N[\text{dot}] \times M[\text{dot}]$  と  $N[\text{dot}] \times M+1[\text{dot}]$  の、 $1[\text{dot}]$  の違いでカメラの認識する角度は図 5 より

$$\begin{aligned} \Delta\theta &= \arctan\left(\frac{\tan\theta' - \tan\theta}{1 + \tan\theta' \tan\theta}\right) \\ &= \arctan\left(\frac{N}{M(M+1) + N^2}\right)[\text{rad}] \quad (2) \end{aligned}$$

となる。ここで  $M=0$  とすると  $\Delta\theta = \arctan\frac{1}{N}$  となり、 $M=N$  とすると  $\Delta\theta = \arctan\frac{1}{2M+1} = \arctan\frac{1}{2N+1}$  となる。これ以降はより認識精度の荒い場合 ( $M=0$ ) をカメラの認識できる最小角度とする。

web カメラは  $480 \times 480$  の解像度でフィールド全体をカバーできるので、1 マスの一辺は  $\frac{480}{8} = 60[\text{dot}/\text{マス}]$ 。これは駒の対角線分の長さなので  $N = \frac{60}{\sqrt{2}}[\text{dot}]$ 。よって

$$\Delta\theta = \arctan\frac{1}{30\sqrt{2}} \cong 0.024[\text{rad}] \quad (3)$$

となる。また IEEE1394 カメラは  $1200 \times 1200$  の解像度でフィールド全体をカバーできるので、 $N = \frac{1200}{8} \div \sqrt{2}$ 。

よって

$$\Delta\theta = \arctan \frac{1}{75\sqrt{2}} \cong 0.001[\text{rad}] \quad (4)$$

となる。

### 3.5 試作システムの問題点と解決案

チェスなどのボードゲームは駒の位置を正確に認識する必要がある。作成した2つのインタフェースは、ともにカメラを使用し駒の位置を認識する。そのためカメラで正確に駒の位置を正確に認識するには、高解像度のカメラを使用する方法か、画像処理に必要な箇所だけ拡大する方法で解決できる。

Eco-Bel!の移動路上に他の Eco-Bel!がいる場合、正確に移動しても Eco-Bel!同士がぶつかり互いに動けなくなる場合がある。このような場合、Eco-Bel!自身が迂回経路を判断し移動するプログラムを開発することで解決できる。

実駒型チェスと駒自走型チェスは、コンピュータ側の駒が人間側の駒を取ることができない。そのため取った駒の存在を人間に伝える必要がある。また人間が誤った駒の操作をした場合、誤った操作であることを人間に伝える必要がある。このような場合ディスプレイのマスが点滅するなどの方法で人間に知らせることで解決できる。

ユーザーが駒自走型チェスを使用する場合、各ロボットを維持管理する必要がある。乾電池を使用したロボットなど比較的管理しやすいロボットを使用することで、使用者の負担を軽減できる。

### 3.6 評価項目

本研究で作成した2つのインタフェースは使いやすさの評価を行っていない。そのためこのインタフェースが使いやすいとは限らないので、今後様々な人に使用してもらい評価する必要がある。現在具体的な評価項目として「使いやすいか」「面白いか」「ロボットの速度はちょうどいいか」「操作方法はすぐ分かったか」「駒は持ちやすいか」「駒の大きさはどうか」が挙げられる。

## 4. 応用例

本研究で作成したインタフェースの応用例は、将棋、囲碁、オセロ、すごろく、人生ゲーム、Tower Defence<sup>5)</sup>などのボードゲームが挙げられる。これら応用例は、いくつかの種類に分類できる。具体的には、将棋などあらかじめ駒数が決められているゲーム(以下「将棋系」とする)、囲碁やオセロなどあらかじめ駒数が決められていないゲーム(以下「囲碁系」とする)、すごろくや人生ゲームなど少数の駒が長い距離

表 4 提案インタフェースの応用例

Table 4 Applications

分類	実駒型チェス		駒自走型チェス	
	駒有り	駒なし	駒有り	駒なし
将棋系				x
囲碁系		*1		
すごろく系				
その他				

:とても適している :適している

:どちらでもない x :適していない

\*1:タッチパネルや指認識がより良いと思われる

移動するゲーム(以下「すごろく系」とする)、Tower Defence などその他のゲーム(以下「その他」とする)に分類できる。本研究で作成したインタフェースがこれらのゲームにどの程度利用できるかをまとめた表を表4に示す。

本研究で作成したインタフェースは、将棋に必要な駒の裏返し動作や取った相手の駒を使用する操作に対応していない。この裏返し動作の問題点、裏返し動作に対応する新しい動作を実現するか、裏返し動作が可能ならロボットを使用することで解決できる。また取った相手の駒を使用する問題は、ロボットにフィールドに戻るプログラムを追加することで解決できる。

## 5. まとめ

本研究は直感的なインタフェースとして人の駒指し入力によるチェスを提案し、作成した。問題点として、将棋や囲碁などチェス以外のボードゲームゲームへの対応、ロボット同士の衝突回避、人間側の駒を取るときの方法、ロボットの維持管理が挙げられる。応用例として、将棋や囲碁などチェス以外の様々なボードゲームへの可能性を評価した。本研究で作成したインタフェースは、現在使いやすさに関する評価を行っていないため、使いやすさに関する評価を行う必要がある。

## 参考文献

- 1) NOVAG: 2Robot Electronic Chess, <http://www.novag.com>
- 2) Pal Technology: REEM-A/REEM-B, <http://pawst.com/post/75366-reem-paltechnology-robotics>
- 3) ARToolKit: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- 4) Eco-Bel!: <http://www.citizen.co.jp/release/06/060417eb.html>
- 5) Tower Defence: [http://www32.atwiki.jp/tower\\_d/](http://www32.atwiki.jp/tower_d/)