

# 液晶タブレットの入力実験と応用システム

## Pen Input Experiments and an Application System using LCD Tablet

出口 幸子      平岡 晋也      弘田 達夫  
Sachiko Deguchi      Shinya Hiraoka      Tatsuo Hirota

近畿大学工学部  
School of Engineering, Kinki University

This paper describes the experiments of human factors on pen input of LCD tablet. In the first experiment, one of three conditions (the display time of input area, the size of input area, and the distance between current input area and next one) is changed and correct inputs are counted in each session. The next experiment is designed to measure human memory on rhythmic patterns (sequence of quarter notes and eighth notes). This paper also describes a prototype of improvisation system, where users can select melodic patterns and pitches on LCD tablet. The rhythmic patterns used in the previous experiment are applied to the improvisation system.

### 1. はじめに

筆者らは液晶タブレットを使用してシステムの試作をして来たが[1][2], ペン入力に関するヒューマンファクタを計測することが課題であった。そこで、本研究では、まずインタラクティブなシステムを開発するために必要なペン入力実験を行い、次に、リズム学習に関する実験を行った。一方、筆者らは旋律パターンを利用した音楽即興演奏システムを検討し[3], 使いやすいユーザインタフェースの開発を課題としていた。そこで本研究では、先の入力実験結果に基づき、液晶タブレットをユーザインタフェースとする即興演奏システムの試作を行った。

### 2. ペン入力実験

#### 2.1 実験方法

入力図形の提示時間, 大きさ, および移動距離を変化させ, ユーザの成功回数がどのように変化するかを調べる実験を行った。図1のように, 画面上に入力図形(円)を, 位置を変えて提示し, ユーザが提示時間内に円の中をペンで押した回数を成功回数としてカウントするシステムを作成した。液晶タブレットはワコム の DTI-520 を用いている。

予備実験を行った結果に基づき, 提示時間 500[ms], 半径 50[pixel], および移動距離 200[pixel] (角度はランダム) を基本設定とした。基本設定 2 つを固定し, 他の 1 つを変化させて実験を行なった。提示時間は 550[ms] から 300[ms] まで 50[ms] ずつ変化させ, 半径は 60 [pixel] から 10[pixel] まで 10[pixel] ずつ変化させる。また, 移動距離は 100[pixel], 250[pixel], 400, およびランダムの 4 つの設定とする。大学生 26 名に対して実験を行なった。入力図形の提示回数を 20 回とし, 基本設定で 20 回成功するまで練習した後に実験を開始した。

#### 2.2 実験結果

提示時間を変化させる実験では, 図2に示すように 450[ms] から個人差が現れて成功回数が減り始め, 平均成功回数は, 350[ms] では 8.9, 300[ms] では 3.3 である。半径を変化させる実験では, 30[pixel] から成功回数が減り始め, 平均成功回数は, 20[pixel] では 14.6, 10[pixel] では 6.0 である。移動距離を変化

させる実験では, 400に円を表示した場合には平均成功回数が 16.3 に減少するが, 移動距離を長くしても成功回数の変化はあまり見られない。本実験結果から, 液晶タブレット上で位置を変えながらインタラクティブにペン入力する場合, 時間は 500[ms] 以上, および半径は 40[pixel] 以上が望ましいことが分かった。

### 3. リズム学習実験

#### 3.1 実験方法

4分音符と8分音符から成る 1 小節 (4分の4拍子, 4分音符を 600[ms] とする) のリズムパターンの音を出力し, 音を出力した時に円 (位置固定) の中をペン入力できているかを判定する実験を行なった。小節内のすべての音に対し, 前後 250[ms] 以内に押せた場合を成功と判定する。各リズムパターンの音を 5 小節分出力し, 1 小節目は聞いて覚えてもらい, 2 小節目から成功判定をする。大学生 13 名に対して実験を行なった。4分音符と8分音符の入力練習をした後, 4分音符 3 つと8分音符 2 つから成るパターンを 10 通り実験し, 4分音符 2 つと8分音符 4 つから成るパターンを 15 通り実験した。

#### 3.2 実験結果

実験結果を図3に示す。リズムパターンに関する次の 3 つの観点で, 実験結果をそれぞれ 2 つに分類して比較する: (a) 最初の音符が4分音符/8分音符, (b) 8分音符の数が 2 つ/4 つ, (c) 小節を半分に分けられる/分けられない。(a)については, 最初の音符が8分音符であると, 成功率が下がることが分かった。(b)については, 8分音符の数が 4 つの方が 2 つの方より成功率が若干高く, 8分音符が多くなっても難しくならないことが分かった。一方, (c)については, 4拍を2拍で区切れるかどうかは成功率に影響しないことが分かった。

### 4. 音楽即興演奏システム

#### 4.1 旋律パターンの利用

液晶タブレット上で旋律 (音高列) パターンを選択し, その開始音および各音の生成タイミングを指定することにより, 旋律を合成して即興演奏するシステムを試作した。旋律パターンは 4 音旋律を用い, その形状 (上行, ゆれ, 等) により分類して配置している。開始音は 1 オクターブ中の 5 音で 2 オクターブ分を

配置している。開始音領域を 4 回ペン入力すると、選択された旋律パターンの音が順次生成される。音の生成には MIDI を使用している。旋律パターン、開始音、共にファイル読み込みで設定を変えることができる。旋律パターンは筆者らが作成したものを、開始音はハ長調の {ド, レ, ミ, ソ, ラ} とした。同様の方式でキーボードをユーザインタフェースとするシステムを以前試作したが [3], 今回は液晶タブレットをユーザインタフェースにすることで、操作性が向上した。なお、旋律パターン領域と開始音領域の大きさは先に行った入力実験結果を基に決定している。

### 4.2 リズムパターンの利用

前節で述べたリズム学習実験の結果を基に、リズムパターンを組み込み、システムがペン入力のタイミングを示すように拡張した。4分音符 3 つと 8分音符 2 つのリズムパターンを用い、旋律パターンはそれに合せて、5 音旋律を用いた。試作したシステムのユーザインタフェースを図 4 に示す。図の左側に旋律パターンを配置し、図の右側に開始音を配置している。使用した旋律パターンは、図 5 に示すように分類される。ここで、例えば、(-n-m-l-k) は 4 音下がって 1 音上がる旋律を示している。

本システムでリズムパターンをランダムに変えた所、入力が困難であることが分かった。現在、リズムパターンを 1 つに固定し、旋律パターンと開始音をランダムに変えてペン入力のタイミングを示す方式でシステムの評価を検討している。

### 5. おわりに

本研究では、入力図形の提示時間、大きさ、および移動距離を変化させてペン入力実験を行い、それぞれ、入力の成功回

数の変化を調べ、液晶タブレット上でインタラクティブにペン入力するために適した条件を求めた。次に、4分音符と 8分音符から成るリズムパターンの学習に関する実験を行い、成功率に影響する要因を検討した。一方、液晶タブレット上で、旋律パターンとその開始音を選択し、旋律を合成して即興演奏するシステムを試作した。さらに、本システムに、リズム学習実験結果に基づくリズムパターンを組み込んだ。今後、旋律パターンに旋律分析結果を利用する予定である。また、システムの評価方法について検討したい。

### 参考文献

- [1] 出口, 高林: 液晶ペンタブレットを用いた音の生成システムの試作, 人工知能学会全国大会(第 19 回)論文集, 2E2-05, 2005.
- [2] 出口, 古田: 液晶タブレットを用いたユーザインタフェースの試作, 電子情報通信学会 2006 年総合大会講演論文集 A-15-18, 2006.
- [3] 出口, C. Sapp: 旋律パターンを応用した旋律合成システムの試作, 情報処理学会 第 67 回全国大会講演論文集 2, pp.17-18, 2005.

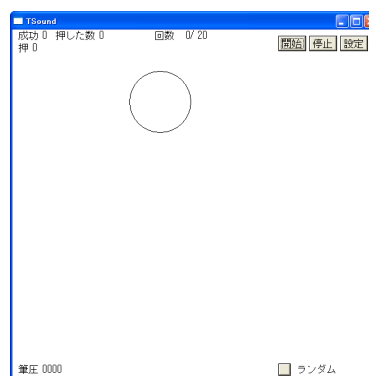


図1 ペン入力実験画面

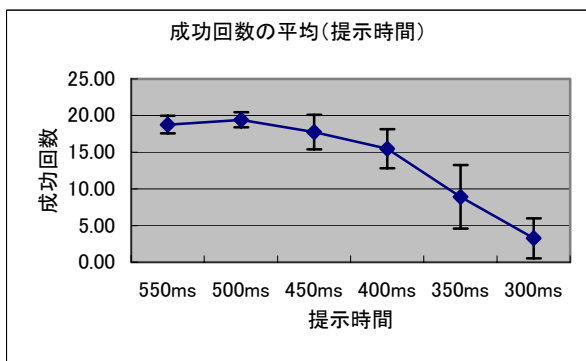


図2 ペン入力実験結果—提示時間と成功回数

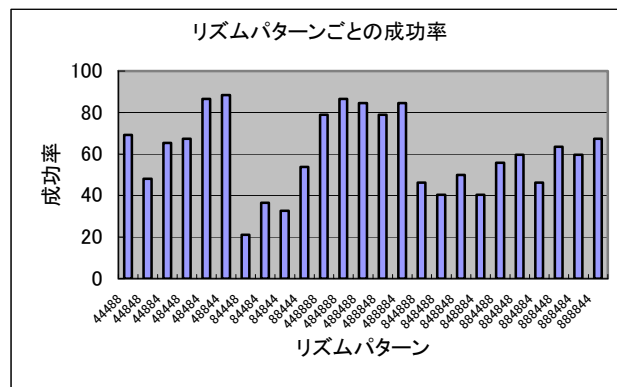


図3 リズム学習実験結果

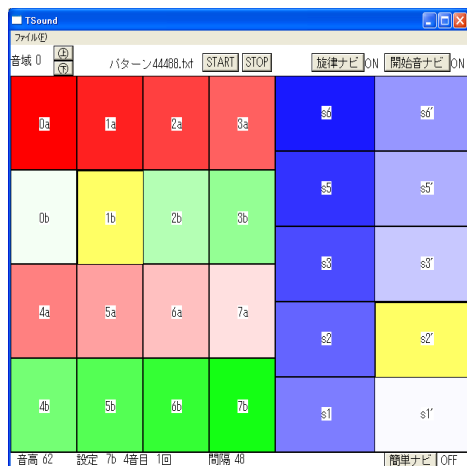


図4 即興演奏システムのユーザインタフェース

0a	1a	2a	3a
(- n - m - l - k)	(- n - m - l k)	(- n - m l - k)	(- n - m l k)
0b	1b	2b	3b
(- n m - l - k)	(- n m - l k)	(- n m l - k)	(- n m l k)
4a	5a	6a	7a
( n - m - l - k)	( n - m - l k)	( n - m l - k)	( n - m l k)
4b	5b	6b	7b
( n m - l - k)	( n m - l k)	( n m l - k)	( n m l k)

図5 即興演奏システムの旋律パターンの配置