

平成 13 年度
学士学位論文

小学校低学年に適した
パスワード入力インタフェース

The Password Input Interface Suitable
for Primary School Childlen

1020284 窪内 美紀

指導教員 清水 明宏

2001 年 2 月 8 日

高知工科大学 情報システム工学科

要 旨

小学校低学年に適した パスワード入力インタフェース

窪内 美紀

現在，小学校において使用されているコンピュータは，教育現場への導入に特に配慮されていないため，初めてコンピュータに接する児童への環境としては不十分である．これはコンピュータ起動時に行うユーザ認証についても言うことができる．現在のユーザ認証はキーボードからの英数字文字列によるユーザ名・パスワードの入力が必須となっており，ローマ字を学習していない小学校低学年の児童にとってパスワード入力は困難である．

本稿では，GUI を用い，児童に馴染みのある絵柄を用いたパスワード入力インタフェースの設計を行い，アイコン表示数とアイコン選択回数等のパラメータを変えたパスワード入力方式を提案し評価を行った．更に評価の結果より考察を行い，小学校低学年に適したパスワード入力インタフェースの新しい方式を提案する．

キーワード 小学校低学年，絵柄，パスワード入力方式，パスワード入力インタフェース

Abstract

The Password Input Interface Suitable for Primary School Children

Miki KUBOUCHI

Nowadays, children are using computers in primary schools which aren't designed especially for them, so that their current environment isn't appropriate for their using computers for the first time. The same thing is also said about the authentication system when computers starting up. That is, since under the current system, users have to input their names and password of alphanumeric characters from a keyboard for obtaining the certification, the system seems to be too difficult for primary school children who haven't learned the Roman alphabet.

Therefore, in this study, a new system of the password input interface is designed by using icons of familiar pattern to primary school children, and then the system is evaluated by changing parameters such as numbers of icons and times of icon selection. As a result, this study proposes a new system of password input interface suitable for primary school children.

key words primary school children, pattern , password input system , password input man-machine interface

目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	教育現場におけるコンピュータ使用の現状	3
2.1	教育現場における問題点	3
2.2	問題解決	4
2.2.1	従来のパスワード入力方式	4
2.2.2	小学校低学年向けパスワード入力方式	5
第 3 章	認証画面基本インタフェースの設計	6
3.1	絵柄の認識調査実験	6
3.1.1	実験手順	7
3.1.2	実験結果	8
3.2	インタフェースの設計	9
第 4 章	パスワード入力方式評価	12
4.1	評価実験	12
4.2	実験手順	16
4.2.1	実験準備	16
4.2.2	評価実験	16
4.3	実験結果	17
4.3.1	入力ミス	17
4.3.2	平均入力時間	18
4.3.3	パスワード記憶の結果	19
第 5 章	考察	21

目次

5.1	新しく提案した入力方式	22
第 6 章	まとめと今後の課題	25
謝辞		26
参考文献		27
付録 A	児童が作成したパスワード	28

目次

2.1	通常の認証画面	4
3.1	認識調査のインタフェース	8
3.2	基本インタフェース	11
4.1	方式 1:アイコン数 (8 個) × アイコン選択回数 (4 回)	13
4.2	方式 2:アイコン数 (16 個) × アイコン選択回数 (3 回)	14
4.3	方式 3:アイコン数 (64 個) × アイコン選択回数 (2 回)	15
5.1	1 番目のカテゴリ (野菜)	22
5.2	2 番目のカテゴリ (動物)	23
5.3	3 番目のカテゴリ (果物)	24

表目次

3.1	グループ 1	7
3.2	グループ 2	7
3.3	認識率 100%絵柄 (30 個)	8
3.4	認識率 93%絵柄 (31 個)	9
3.5	認識率 87%絵柄 (4 個)	9
4.1	入力ミス	18
4.2	平均入力時間	19
4.3	絵柄パスワード記憶	20
A.1	方式 1 : アイコン数 (8 個) × アイコン選択回数 (4 回) のパスワード	28
A.2	アイコン数 (16 個) × アイコン選択回数 (3 回) のパスワード	29
A.3	アイコン数 (64 個) × アイコン選択回数 (2 回) のパスワード	30

第 1 章

はじめに

近年、情報化の流れが急速に進んでいる。この流れを教育現場においても避けて通ることができなくなっている。そのため総務省・文部科学省により情報教育の充実を図ろうと教育現場へのコンピュータ及びネットワークの導入が急速に進められている。

2000 年度からは、「ミレニアム・プロジェクト『教育の情報化』」が 6 ヶ年計画で開始されている。このミレニアム・プロジェクトの目標は、2005 年度末までに「すべての学校」の「すべての教科」の「すべての授業」において、「すべての教員」がコンピュータやインターネットを活用できるような状況を実現することである。そして導入されたコンピュータ・インターネットなどの「新しい道具」を利用することによって、「教科書」を用いた「各教科の授業」を、全ての児童にとって「分かるもの」にすることを目的としている。これにより、2004 年度までに校内ネットワーク（LAN）の整備を行ない、2005 年度までに各学級の授業においてコンピュータを活用できる環境の整備が進められている [1]。

平成 13 年 3 月に文部科学省が行った公立学校の情報教育の実態調査の結果報告 [2] によると、小学校における教育用コンピュータ設置率は 97.4%、インターネット接続率は 75.8%となっており、教育現場へのコンピュータおよびネットワークの導入が急速に進められていることがわかる。また、2005 年度までの教育用コンピュータの整備計画では、全ての公立学校のコンピュータ教室において、児童 1 人がコンピュータ 1 台を利用して授業ができるよう配置し、全ての普通教室において各 2 台ずつ、特別教室等においては 1 学校当たり 6 台を配置することを目標としている。

このように、教育現場の環境整備は年々整ってきている。しかし、現在の教育現場は児童にとって十分な環境ではない。これは、共同端末使用における児童へのアカウントが未発行

より、児童のファイルが各端末に分散して保存されていることから、児童の個人環境が確立できていないという現状がある。このため児童のプライバシーの保護ができず、また端末利用者の匿名性を強め、問題が生じた際に端末利用状況の把握が困難である等の問題点があげられる。この問題を解決するために、個人環境を確立することが早急な課題となっている。しかし、個人環境を確立するためには、児童にアカウントを発行しログイン時に認証を行うことが必要となる。現在、ログイン時に使用されている認証は、キーボードから英数字文字列のID・パスワードを入力する方式がとられている。しかし、これはローマ字を学習していない小学校低学年の児童にとって困難である。

本稿では、GUIを用い、児童に馴染みのあるアイコンを用いた入力方式について、アイコン数とアイコン選択回数等のパラメータを変え、小学校低学年の児童にとって使い易いパスワード入力インタフェースの実証実験を行い、この実験で得られた結果から考察をし、新しい入力方式であるパスワード入力インタフェースを提案する。

第2章

教育現場におけるコンピュータ使用 の現状

教育現場におけるコンピュータ利用の現状としては、校内ネットワークが未整備であり、ネットワークを管理できる人が少ないためにサーバが設置されておらず、共同端末利用の際にもアカウントが発行されていない学校が多い。このことにより児童の個人環境が確立できていないため、様々な問題が生じている。

2.1 教育現場における問題点

1. アカウント未発行

アカウント未発行により、いつ・誰が・どの端末を使用していたかという使用履歴が残らないため、クライアントの匿名性を強め、問題発生時に確認がとれない状況である。

2. ファイルの管理

児童が特定の端末を使用しない場合、個人のファイルが各端末に分散されてしまい管理がしづらくなっている。外部記憶メディアによる保存方法も考えられるが、画像のように1つのファイルでもデータ量が大きくなる場合は1枚のメディアに収まらなかったり、保存するファイルが増えるとメディアの枚数も増えるため紛失したりする恐れがある。

3. プライバシ保護・セキュリティ

共同端末使用において端末に直接ファイルを保存する場合、自分のファイルを他の児童に勝手に見られてしまう可能性があり、児童のプライバシーが保護されていない。また

2.2 問題解決

この場合、他の児童が自分のファイルを書き換えたり、複製・削除できるためセキュリティ面に不安がある。

2.2 問題解決

これらの問題点を解決し児童に個人環境を持たせるためには、クライアントのファイルをサーバで一括管理できるクライアントサーバシステムを導入し、アカウントを発行することが早急な課題である。しかし個人アカウントを取得するとログイン時に認証を行うことが必要となる。

2.2.1 従来のパスワード入力方式

現在、一般的に使用されているログイン時のユーザ認証(図 2.1)は、キーボードから英数字文字列や一部の記号によってユーザ名、パスワードを入力することが必須となっている。このことは、ローマ字を学習しておらず、コンピュータリテラシの低い小学校低学年の児童にとっては困難である。



図 2.1 通常の認証画面

2.2 問題解決

2.2.2 小学校低学年向けパスワード入力方式

現在，マイクロソフトにより学校教育向けのソフトウェアとして，学校向け BackOffice ツールキットというユーザ認証ツールが開発されている [3]．このツールは，ユーザ認証におけるユーザ名やパスワードの入力をキーボードからの英数字列ではなく，マウス操作により学年，組，名前，絵合わせのパスワードを入力することで認証を行うことが可能である．しかし，パスワード入力画面において，パスワードである絵柄を選択する際，プルダウンリストにより絵柄を表示させるようになっているが，入力されたパスワードにマスクがかけられないため，パスワードの絵柄が表示されたままとなっている．これは，背後からの覗き見により他の児童に絵柄を記憶されてしまう危険性がある．

第 3 章

認証画面基本インタフェースの設計

昨年度の研究によると，一般的に使用されている認証画面において小学校低学年の児童は NumLock がかかっているといったキーボードの設定環境の変更に対応できないということが報告されている．また，マウスを用いてパスワード入力ができるインタフェースにおいては，数字アイコンによるパスワード入力より，キャラクターアイコンによるパスワード入力の方が，小学校低学年の児童にとって入力ミスが少なく使い易いという結果が得られている．しかし，この実験に使用したキャラクターアイコンの絵柄の選定に問題があったため，絵柄の意味を理解できない児童がいたということも報告されている．

そこで，児童が認識できる絵柄を調査した上で認識率の高い絵柄を用いて，小学校低学年の児童が使いやすい基本となるインタフェースを構築する．

3.1 絵柄の認識調査実験

小学校低学年の児童が認識できる絵柄をパスワード入力インタフェースのアイコンの絵柄として使用するために，絵柄の認識調査を行った．

児童の身近にあり，馴染み親しんでいる 10 種類のカテゴリ（果物，花，楽器，色，乗物，虫，動物，記号，野菜，生活（全 129 個））の絵柄を用意し，児童に見てもらい，意味が理解できる絵柄を解答してもらった．本稿における実験は，高知市立高須小学校 1 年 3 組の児童 31 名の協力を得て行った．

3.1 絵柄の認識調査実験

3.1.1 実験手順

実験日時：2001.11.22(木)

1. 児童を男女均等に 15, 16 名の 2 グループに分けて調査を行った。2 グループは以下に示した 5 つずつのカテゴリについてそれぞれ調査を実施した(表 3.1・3.2)。これは小学校低学年の児童が 129 個の全ての絵柄を識別し、意味を用紙に記入することは、時間がかかると共に児童への負担となるためである。

表 3.1 グループ 1

グループ 1 (15 名)
果物 (10 個)
花 (10 個)
楽器 (10 個)
色 (24 個)
乗物 (12 個)

表 3.2 グループ 2

グループ 2 (16 名)
虫 (13 個)
動物 (13 個)
記号 (13 個)
野菜 (12 個)
生活用品 (12 個)

2. 各児童に 1 台の端末を用意し、端末の画面に表示されている認識調査のインタフェースを印刷したものを回答用紙として児童に配布した。そして、画面に表示されている絵柄のアイコンを見てもらい、絵柄の表す意味が理解できるものを回答用紙に記入してもらった。この時、1 つのウィンドウに表示させるカテゴリをグループ 1 は果物・花・楽器と、色・乗物の 2 つにわけ、同様にグループ 2 も虫・動物・記号と、野菜・生活用品の 2 つにわけ、4 つのウィンドウに表示するようにした。認識調査に利用したのインタフェースを図 3.1 に示す。実験中は、補助員が児童のそばに待機し、絵柄の表している意味がすぐにわからずしばらくの間考えている児童がいると、次の絵柄を解答するように促し、見てすぐに絵柄の意味が理解できる絵柄のみ記入してもらうようにした。

3.1 絵柄の認識調査実験

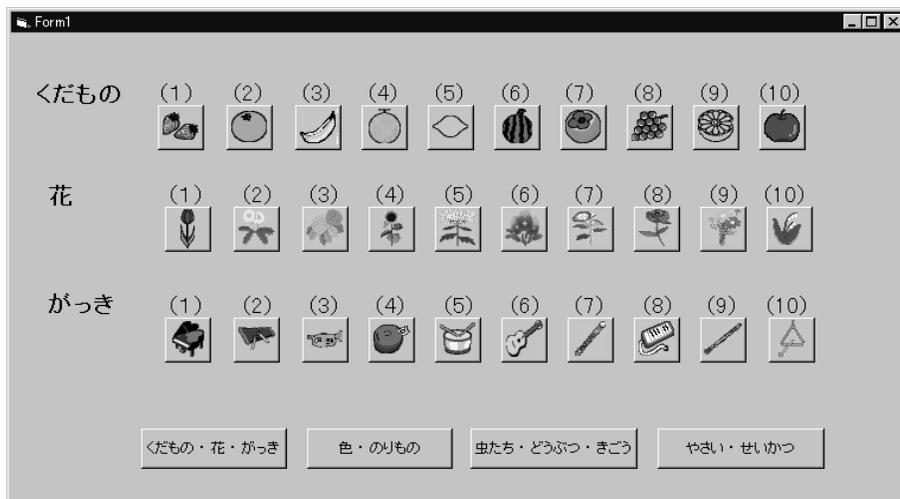


図 3.1 認識調査のインタフェース

3.1.2 実験結果

この結果より，10 種類のカテゴリ (全 129 個) の絵柄から，認識率の高い絵柄が 100%(30 個)・93%(31 個)・87%(4 個) の計 65 個が得られた．詳細を表 3.3～3.5 に示す．

認識率の高かった絵柄を小学校低学年の児童が認識できる絵柄として，パスワード入力インタフェースのアイコンに使用する．

表 3.3 認識率 100%絵柄 (30 個)

認識率 100%絵柄 (30 個)	
果物 (7 個)	イチゴ みかん バナナ メロン すいか かき りんご
乗物 (4 個)	パトカー 飛行機 バイク 自転車
色 (3 個)	赤 水色 黄色
動物 (4 個)	ウサギ 牛 キリン ネコ
野菜 (1 個)	人参
虫 (4 個)	かえる 亀 せみ あり
生活用品 (2 個)	机 イス
記号 (5 個)	三角 四角 ハート 太陽 雨

3.2 インタフェースの設計

表 3.4 認識率 93%絵柄 (31 個)

認識率 93%絵柄 (31 個)	
果物 (2 個)	レモン ぶどう
乗物 (3 個)	車トラック 救急車
色 (4 個)	青 紫 黒 白
花 (2 個)	チューリップ ひまわり
楽器 (2 個)	カステネット たいこ
動物 (4 個)	パンダ しか ライオン 犬
野菜 (3 個)	トマト なす いも
虫 (5 個)	てんとう虫 かぶとむし トンボ ヘビ バッタ
生活用品 (3 個)	消しゴム 鉛筆 はさみ
記号 (3 個)	丸 星 雲

表 3.5 認識率 87%絵柄 (4 個)

認識率 87%絵柄 (4 個)	
動物 (1 個)	りす
野菜 (1 個)	だいこん
虫 (2 個)	チョウ クモ

3.2 インタフェースの設計

被験者である児童のコンピュータリテラシは、マウスを使用して作業を行うことができる状況だった。このような小学校低学年の児童にとって操作しやすく覚えやすいパスワード入力方式の評価を行う環境として、以下の項目を有する基本インタフェースを Visual Basic6.0

3.2 インタフェースの設計

を用いて構築した．インタフェースを以下に示す（図 3.2）．

(1) アイコンサイズ・アイコン配置間隔

小学校には様々なマシンスペックの端末が導入されていることが考えられるため，低スペックのマシンでも使用できるように，アイコンサイズは一般的なサイズである 32 pixel，アイコン配置間隔はアイコンサイズの 1/2 とする [4]．

(2) 決定ボタン

決定ボタンは，大きく色をつけることにより見やすく押しやすくする．

(3) パスワードの入力回数を鍵の絵で表示

通常 (Windows 等) の認証画面において，入力したパスワードは * (アスタリスク) でマスクがかけられているが，児童が視覚的にパスワードの入力回数をわかるよう，無色の鍵の絵をインタフェース上部に表示し，アイコンが押されパスワードが入力されると，鍵の絵に黄色の色がついていくようにする．全てのパスワードが入力されると黄色の色がついた鍵の絵が完成する．

(4) 「もどる」ボタン・「はじめから」ボタン

「もどる」・「はじめから」ボタンを用意し，パスワードのアイコンを押し間違えた際，一つ前の状態に戻ったり，初めからパスワードを入力することができるようにする．これらのボタンを鍵の絵の横に配置することにより「もどる」・「はじめから」ボタンが押された際に鍵の絵の色が無色になっていくのを確認できるようにし，パスワードの入力状況を確認しやすくする．

(5) 絵柄をランダムに表示

認証画面であるインタフェースは端末画面に表示させているため，アイコンに表示する絵柄を固定しておくとし，パスワード入力の際に，背後からの覗き見等により他の児童にパスワードの絵柄を位置で記憶される危険性がある．表示位置で絵柄を記憶されるということを避けるため，アイコンが押される度に絵柄を表示する位置を変え，ランダムに絵柄を表示する．

3.2 インタフェースの設計

(6) 絵柄の選定

アイコンの絵柄は、絵柄の認識調査実験の結果より、認識率が高い絵柄を各カテゴリから無作為に抽出し、アイコンの絵柄として用いる。

(7) ID 入力方法

ユーザ名であるを児童の名前をプルダウンリストより選択できるようにする。これによりキーボードを使うことなくマウスからユーザ名を入力することが可能となる。

(8) パスワードの正誤表示

パスワードが入力され決定ボタンが押されると、入力されたパスワードの正誤判定をし結果を表示する。

以上の項目から構築したパスワード入力インターフェースを図 3.2 に示す。

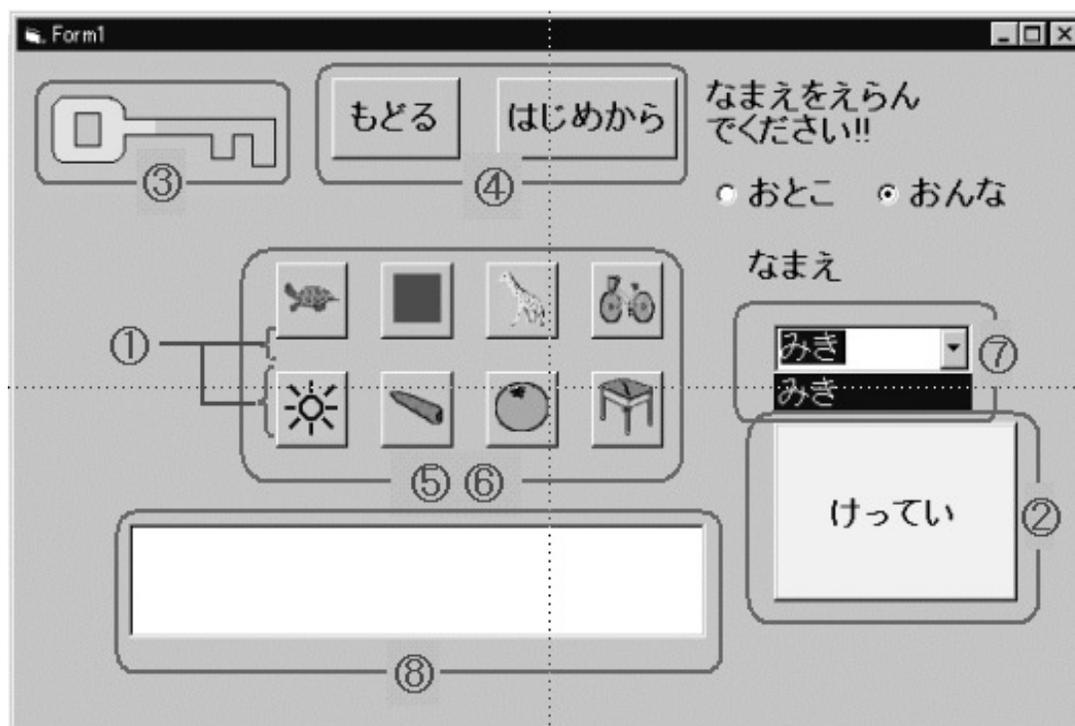


図 3.2 基本インターフェース

第 4 章

パスワード 入力方式評価

1 度に表示するアイコン数が多くアイコン選択回数が少ないパスワード入力方式とアイコン数が少なくアイコン選択回数が多いパスワード入力方式，この中間である入力方式を実証実験により評価した．評価では，それぞれの入力方式での入力時間，入力ミス，記憶可・不可により比較をした．

4.1 評価実験

3 章で構築した基本インタフェースを用いて，アイコン数・アイコン選択回数のパラメータを，アイコン数（8 個）×アイコン選択回数（4 回），アイコン数（16 個）×アイコン選択回数（3 回），アイコン数（64 個）×アイコン選択回数（2 回）と変え，この 3 方式により，入力時間・入力ミスを比較することで，小学校低学年の児童が使いやすく覚えやすい入力方式の評価を行った．以下にこの 3 方式のインタフェースを図 4.1～4.3 に示す．

この 3 方式は， $1/4096$ の選択確率でパスワードが作成できるようになっている．これは，平成 11 年度現在，日本一の児童数をほこる小学校においては約 1500 人の児童がおり，このように児童数が多い小学校を考慮すると共に，アイコン数・アイコン選択回数が異なるパスワード入力方式を比較する際に作成できるパスワード数を揃えることも考慮した上で決定した選択確率である．

4.1 評価実験

- 方式1 アイコン数 (8 個) × アイコン選択回数 (4 回)

方式1は、アイコン数が8個であり、絵柄は各カテゴリから認識率の高かった絵柄8個を無作為に抽出した。その絵柄の内訳は、動物(キリン)・果物(みかん)・野菜(人参)・生活用品(机)・乗物(自転車)・記号(太陽)・色(赤)・虫(亀)の8個である。この絵柄を縦(2個)×横(4個)配置したアイコンに表示する。このパスワード入力インターフェースから、パスワードの絵柄であるアイコンを4回選択することによりパスワードを入力する方式である。



図 4.1 方式1:アイコン数(8個)×アイコン選択回数(4回)

4.1 評価実験

- 方式2 アイコン数 (16 個) × アイコン選択回数 (3 回)

方式2は、アイコン数が16個であり、絵柄は各カテゴリから認識率の高い絵柄を無作為に16個抽出した。その絵柄の内訳は、動物(ウサギ、牛)・果物(すいか、りんご、バナナ)・野菜(人参)・生活用品(机、イス)・乗物(自転車、飛行機)・記号(ハート、三角)・色(赤、水色)・虫(亀、せみ)の16個である。この絵柄を縦(4個)×横(4個)に配置したアイコンに表示する。このパスワード入力インターフェースから、パスワードの絵柄であるアイコンを3回選択することによりパスワードを入力する方式である。



図 4.2 方式2:アイコン数 (16 個) × アイコン選択回数 (3 回)

4.1 評価実験

- 方式3 アイコン数 (64 個) × アイコン 選択回数 (2 回)

方式3は、アイコン数が64個であり、絵柄は認識率が高かった65個の絵柄から無作為に64個抽出した。この絵柄を縦(8個) × 横(8個)に配置したアイコンに表示する。このパスワード入力インターフェースから、パスワードの絵柄であるアイコンを2回選択することによりパスワードを入力する方式である。

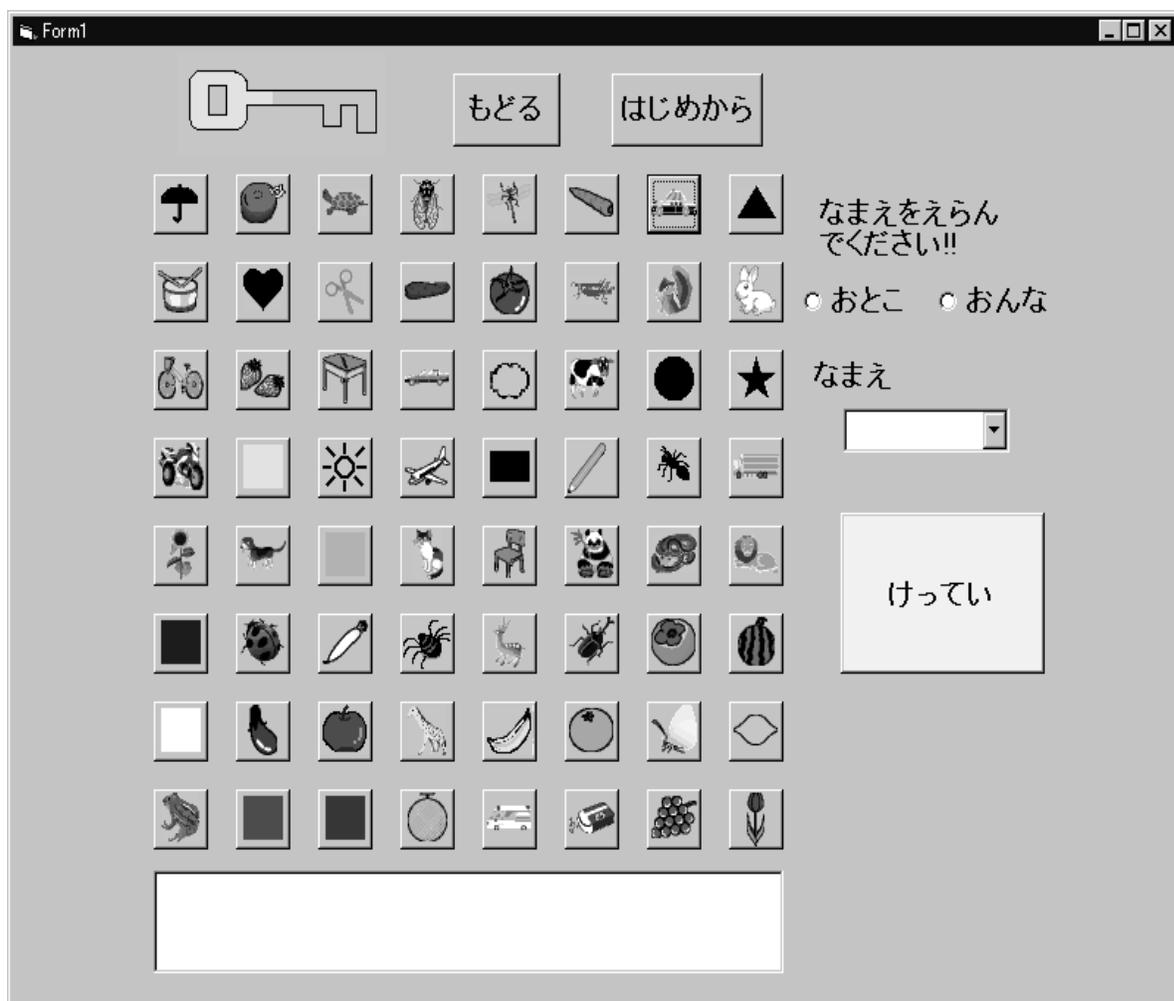


図 4.3 方式3:アイコン数 (64 個) × アイコン 選択回数 (2 回)

4.2 実験手順

1. パスワード入力方式評価実験準備

2001年12月18日(火)

- ・ 児童を各方式に対応した3グループに分ける
- ・ 実際に児童にパスワードを作成してもらう
- ・ パスワードを記憶してもらう

2. パスワード入力方式評価実験

2001年12月19日(水)

- ・ 記憶したパスワードをインタフェースより入力してもらう

3. パスワード記憶調査

2002年1月17日(木)

- ・ パスワードを記憶できているか調査を行う

4.2.1 実験準備

実験前日に、児童を方式1(10名)、方式2(11名)、方式3(10名)に男女均等にわけ、各方式のインタフェースを印刷した用紙を配布し、用紙の絵柄を見ながら実際に児童にパスワードを作成してもらい、用紙にそのパスワードを記入してもらった。その後約10分間でパスワードを記憶してもらい、記憶できた児童から用紙を提出してもらい回収した。

4.2.2 評価実験

1. 実験当日、実際にパスワードを入力してもらう前に、児童にパスワード入力インタフェースの使い方を説明し、操作方法を理解してもらった。
2. 実験を円滑に行うため、前日に分けた各方式を更に2グループに分け、1グループ5・6名にし、1グループが端末1台を使用し、各自5回ずつ交互にパスワード入力インタフェースより記憶しているパスワードを入力してもらった。

4.3 実験結果

3. 全員がパスワードを入力した後，小学校での長期休暇となる夏休みを想定し，約1ヶ月の期間をあけても児童がパスワードを記憶できているかの調査を行うためにパスワードを憶えておくよう児童に伝えた．
4. パスワード入力方式の評価実験から，約1ヶ月の期間をおき，前回の実験が終了後パスワードを一度も使用していない児童が，パスワードを記憶できているのか調査を行った．実験手順としては，パスワードを作成してもらった時と同様に，パスワード入力インタフェースを印刷した用紙を見ながら記憶しているパスワードを記入してもらった．

パスワード入力方式の実験については，各アイコンが押された時間，入力時間，押されたアイコンの絵柄，アイコンの位置等のログをとった．このログを解析し，入力ミス，入力時間により評価を行った．また記憶については，用紙に記入してもらったパスワードの絵柄とその順序により評価した．

4.3 実験結果

ログの解析を行い，入力ミス，平均入力時間から3方式の評価を行った．この時，方式1の児童数が少なくなっているが，これは児童1名が欠席していたためである．

4.3.1 入力ミス

各方式の全入力回数における，誤入力とその詳細である入力ミス・順序ミス・記憶不可について3方式の評価を行った．この結果を表4.1に示す．

- 入力したパスワードが間違っていた誤入力の回数は，どの方式とも同じであった．
- 入力ミスの回数についてもどの方式とも少なかった．方式2の入力ミスについては2回となっているが，このうちの1回は，正しいパスワードを入力できていたが，アイコンをクリックする際にカーソルが動き，正しくアイコンが押されてないことに気づかなかったためにおこった入力ミスだった．

4.3 実験結果

- パスワードの絵柄は全て記憶できているものの、パスワードである絵柄の入力順序を間違えるといった順序ミスが多くみられた。
- 記憶に関しては、パスワードを作成してから約 17 時間後にパスワードを入力してもらったが、パスワードの絵柄を記憶できている児童は、方式 1 における 1 名を除き全ての児童が記憶できていた。

表 4.1 入力ミス

	入力回数	誤入力	入力ミス	順序ミス	記憶不可
方式 1	45 回 (9 名)	5 回	0 回	0 回	5 回 (1 名)
方式 2	55 回 (11 名)	5 回	2 回	3 回	0 回
方式 3	50 回 (10 名)	5 回	1 回	4 回	0 回

4.3.2 平均入力時間

最初のパスワードの絵柄であるアイコンが押されてから、最後のアイコンが押されるまでにかかったパスワード全体の入力時間、正解した時のみの入力時間、また「もどる」・「はじめから」ボタンが押された場合を除いた正解のみの入力時間のそれぞれの平均入力時間により 3 方式の評価を行った。この結果を表 4.2 に示す。

- 方式 1 は、アイコン数が 8 個と少ないが、アイコン選択回数が 4 回と多い。このため入力途中に「もどる」・「はじめから」ボタンが使用される頻度が多くなっている。これにより、全体の入力時間が「もどる」・「はじめから」ボタンが押された場合を除く正解のみの入力時間に比べ約 10 秒長くかかっている。
- 方式 2 の場合は、「もどる」・「はじめから」ボタンが使用されることはなく、全体、正解のみ「もどる」・「はじめから」ボタンが押された場合を除く正解のみ、全ての平均入力時間がこの 3 方式の中では短いことがわかった。

4.3 実験結果

- 方式3は、全体、正解のみ「もどる」「はじめから」ボタンが押された場合を除く正解のみのどの入力時間も3方式の中で一番長くかかっている。これは方式3の入力方式が、アイコン選択回数は2回と少ないがアイコン数が64個と多いため、パスワードである絵柄を探すのに時間がかかってしまうためだと考えられる。

全体の平均入力時間については、統計処理(t検定)を行った。方式1と方式2は10%の有意水準、方式2と方式3は5%の有意水準で統計的に有意差があるという結果が得られた。このことにより、3方式の中で短時間でパスワードを入力できる方式は方式2であることがわかる。

表 4.2 平均入力時間

	全体	正解のみ	「もどる」「はじめから」ボタンが押された場合を除く正解のみ
方式1	26.53 秒	22.99 秒	17.54 秒
方式2	19.64 秒	19.39 秒	19.39 秒
方式3	28.71 秒	28.21 秒	26.69 秒

4.3.3 パスワード記憶の結果

パスワード入力方式の評価実験から約1ヶ月の期間をおき、児童が作成したパスワードを記憶できているかという調査を行った。この結果を表8に示す。

児童は、パスワードを作成した次の日には、方式1においての1名を除く約97%の児童がパスワードを記憶できていた。その後、児童は約1ヶ月間パスワード入力インタフェースを一度も使用せず、パスワードを作成した時と、評価実験の際に行った5回のパスワード入力時のみパスワードを使用しただけである。記憶に関して3方式を比較してみると、どの方式も大きな差が生じなかったが、全体で見ると児童の57%が正確にパスワードを憶え

4.3 実験結果

られていた。また、正確にパスワードを記憶できていた児童とパスワードの絵柄は記憶できていたが絵柄の順序は憶えられていなかった児童を含めると、児童の80%がパスワードの絵柄を記憶できていたことがわかった。

表 4.3 絵柄パスワード記憶

	被験者(人)	正解(人)	順序ミス(人)	パスワードの絵柄記憶可(人)
方式1	9	5	2	7
方式2	11	5	4	9
方式3	10	7	1	8

第 5 章

考察

パスワード入力方式の評価実験において，小学校低学年の児童にとって正確かつ，短時間でパスワードを入力できる方式は $1/4096$ の選択確率で確保した場合，方式 2 として示したアイコン数 (16 個) × アイコン選択回数 (3 回) の入力方式であるという結果が得られた．また，児童が認識できる絵柄のパスワードは，小学校低学年の児童にとって夏休みのような長期休暇後においても記憶可能であることがわかった．しかし，パスワードの絵柄は記憶可能だが絵柄の順序まで記憶することは困難な児童もあり，順序ミスがなくパスワードを入力できるパスワード入力インタフェースが必要であるということが明らかになった．この時，インタフェースの改善点として，アイコンが押された際にアイコンが押されたか確認がとれるよう，アイコンの背景色を変える等を行う必要がある．

そこでこれらのことをふまえ，正確かつ短時間でパスワード入力ができる方式である，アイコン数 (16 個) × アイコン選択回数 (3 回) を用い，順序ミスをなくすための新しいパスワード入力方式を提案する．インタフェースを図 5.1 ~ 5.3 に示す．この方式は，カテゴリ毎に絵柄を表示させ，1 番目に表示されたカテゴリから 1 つめのパスワードであるアイコンを選択し，すると次のカテゴリが表示され，この中から次のパスワードであるアイコンを選択するというように，表示させるカテゴリの順序を決めておくことによって，児童は順序を意識することなくパスワードを入力できるという方式である

5.1 新しく提案した入力方式

5.1 新しく提案した入力方式

- (1) 最初は 1 番目のカテゴリである野菜の絵柄が表示される．この中から一番目のパスワードである絵柄のアイコンを選択し入力する．アイコンが押されると 2 番目のカテゴリである動物の絵柄が表示される．

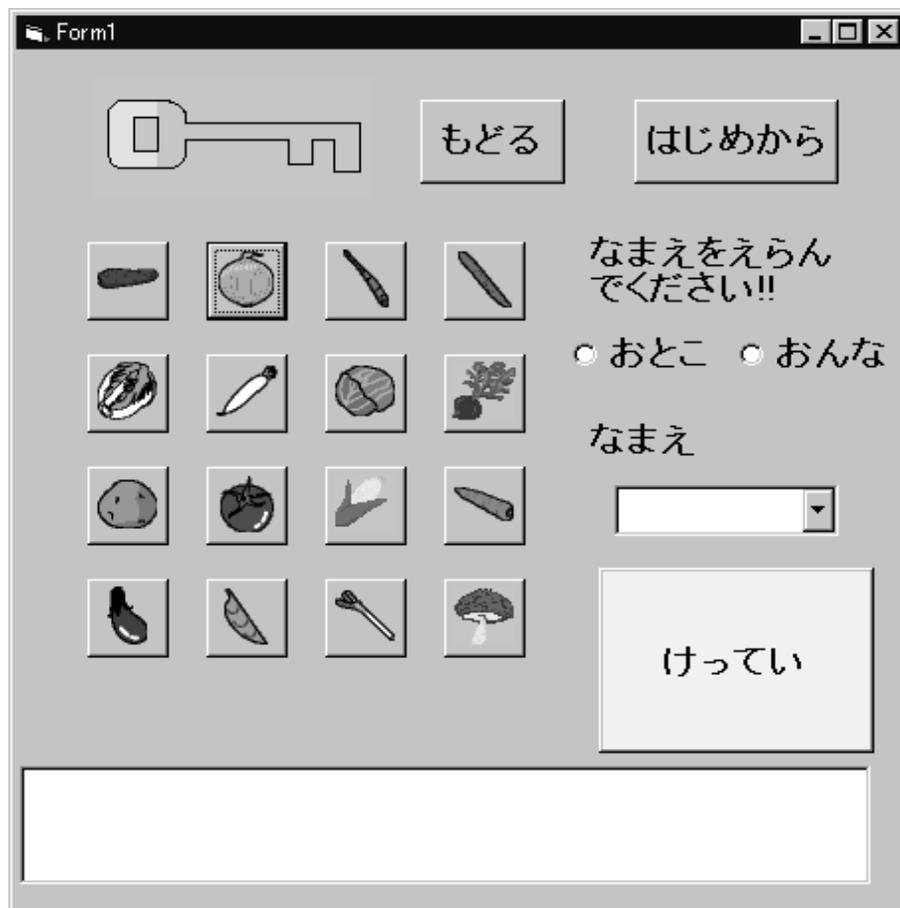


図 5.1 1 番目のカテゴリ (野菜)

5.1 新しく提案した入力方式

- (2) (1) で 1 番目のパスワードを入力後, 2 番目のカテゴリである動物の絵柄がアイコンに表示されている. この中から 2 番目のパスワードである絵柄のアイコンを選択し入力する. アイコンが押されると 3 番目のカテゴリである果物の絵柄が表示される.



図 5.2 2 番目のカテゴリ (動物)

5.1 新しく提案した入力方式

- (3) (2) で 2 番目のパスワードを入力後，3 番目のカテゴリである果物の絵柄が表示されている．この中から 3 番目のパスワードである絵柄のアイコンを選択し入力する．全てのパスワードを入力し決定ボタンを押すと，正誤判定の結果が表示される．



図 5.3 3 番目のカテゴリ（果物）

第 6 章

まとめと今後の課題

本研究の評価実験により，パスワード入力方式として用意した 3 つの方式において，小学校低学年の児童にとって正確かつ，短時間で入力できるパスワード入力方式は，アイコン数 16 個×アイコン選択回数 3 回であるという結果が得られた．また，小学校低学年の児童がパスワードを記憶する際には，パスワードの絵柄は記憶できても，パスワードの絵柄の順序まで記憶することは難しいということがわかった．

1ヶ月の期間をあけた後のパスワード記憶に関しては，パスワードを実際に使用した回数は少ないにもかかわらず，約 57%の児童がパスワードを正確に記憶できていた．またこれにパスワードの絵柄の順序は記憶できていなかったが絵柄は記憶できていたという児童を加えると約 80%の児童がパスワードの絵柄を記憶できた．これにより絵柄のパスワードは，夏休み等の長期休業後の際にも小学校低学年の児童が記憶しておくためには有効であるということがわかった．

今後は，考察で新しく提案したパスワード入力方式の実証実験を行い，順序ミスがなく正確かつ短時間でパスワード入力が可能な入力方式の実証実験を行う．また，アイコンを押した時の反応がわからず入力ミスをしてしまった児童がいたため，アイコンが押された時にアイコンの色を変える等，インタフェースを改善し，小学校低学年により適したパスワード入力インタフェースを構築し，その有効性を検証していく．

謝辞

高知工科大学工学部情報システム工学科 清水明宏教授には，研究室配属以来，就職活動，卒業研究を含め，学生生活全般に渡って懇切なる御指導，貴重な御教示を賜った．ここに深謝申し上げる．

高知工科大学工学部情報システム工学科 妻鳥 貴彦助手には，研究および実験方法について有効な御助言を頂き，御指導賜った．

NTT アドバンステクノロジーの真島大介氏には，本研究において小学校との実験日程の調整および随伴して頂き，御指導賜った．

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻 情報通信ネットワークコース 2 回生 田鍋潤一郎氏には，研究内容について有益な語義論をいただき御指導を賜った．

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻 情報通信ネットワークコース 2 回生 岡田実氏，高知工科大学 情報システム工学部 4 回生 植田 洋加氏，中務 秀和氏，福留 一夫氏，3 回生 永井 慎太郎氏，吉松 美幸氏には，実験準備から実験において御協力頂いた．ここに記して謝意を表する．

参考文献

- [1] 文部省～2000年度からの「ミレニアムプロジェクト」の概要
<http://www.saip.ne.jp/ogura/monbusho/2.htm>
- [2] 文部科学省「学校における情報教育の実態等に関する調査結果」(平成13年まとめ)
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/houdou/index.htm
- [3] マイクロソフト学校向け BackOffice ツールキット
<http://www.microsoft.com/japan/windows2000/downloads/education/>
- [4] 小橋 誠治, “ 小学校低学年に適したセキュリティインタフェース ”, 高知工科大学卒業論文 2001.
- [5] 木村 雅之, 中川 丈郎, 長崎 等, 東 基衛, “ 最適なアイコンサイズ及び個数に関する実験とその評価 ”, 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol. 第49回平成6年後期 No.5 pp.271-272 1994.09.

付録 A

児童が作成したパスワード

パスワード入力方式の評価実験において、3方式のインタフェースを印刷した用紙を見て、実際に児童に作成してもらったパスワードを表 A.1～A.3 に示す。

- アイコン数 (8 個) × アイコン選択回数 (4 回) のパスワード

方式 1 であるアイコン数 (8 個) × アイコン選択回数 (4 回) のパスワード入力インタフェースより、8 個のアイコンの絵柄から 4 個の絵柄を選び児童が作成したパスワードを以下に示す。

表 A.1 方式 1 : アイコン数 (8 個) × アイコン選択回数 (4 回) のパスワード

児童名	パスワード
A	キリン 自転車 赤 机
B	キリン 亀 机 亀
C	みかん 亀 赤 机
D	みかん キリン 自転車 机
E	キリン 亀 亀 赤
F	みかん みかん みかん 赤
G	キリン みかん 赤 亀
H	みかん 人参 赤 机
I	みかん 太陽 自転車 みかん
J	亀 みかん キリン 赤

- 方式2：アイコン数 (16 個) × アイコン選択回数 (3 回) のパスワード

方式2であるアイコン数 (16 個) × アイコン選択回数 (3 回) のパスワード入力インタフェースより, 16 個のアイコンの絵柄から 3 個の絵柄を選び児童が作成したパスワードを以下に示す.

表 A.2 アイコン数 (16 個) × アイコン選択回数 (3 回) のパスワード

児童名	パスワード
K	飛行機 せみ ハート
L	亀 せみ いす
M	バナナ うさぎ すいか
O	飛行機 りんご バナナ
P	すいか りんご うさぎ
Q	バナナ うさぎ ハート
R	水色 うさぎ りんご
S	水色 うさぎ 自転車
T	うさぎ ハート りんご
R	水色 うさぎ ハート
S	うさぎ 亀 りんご

- 方式3：アイコン数 (64 個) × アイコン選択回数 (2 回) のパスワード

方式3であるアイコン数 (64 個) × アイコン選択回数 (2 回) のパスワード入力インタフェースより、64 個のアイコンの絵柄から 2 個の絵柄を選び児童が作成したパスワードを以下に示す。

表 A.3 アイコン数 (64 個) × アイコン選択回数 (2 回) のパスワード

児童名	パスワード
U	バイク 飛行機
V	しか 柿
W	バイク ライオン
X	紫 柿
Y	うさぎ りんご
Z	りす ねこ
a	うさぎ ねこ
b	みかん いも
c	ほし うさぎ
d	いちご レモン