

マンガアプリの閲覧作品と閲覧時間を利用した個人認証手法

小林 良輔¹ 山口 利恵¹

概要: 近年, 人間の生活行動を記録したライフログを利用する認証手法が着目されている. ライフログを利用した認証手法はユーザーが意識して情報入力する必要がないため, ユーザビリティの良い手法だと考えられている. 一方でこの手法は生体認証などと比較して一般的に認証精度が低く, その欠点を補うために多要素認証といった技術も着目されている. ライフログを利用した多要素認証を実現するために, 認証要素として利用できるライフログを探ることが近年の課題となっており, 本論文ではその解決のためにマンガアプリ閲覧情報に着目した. 実際にマンガアプリ閲覧データを利用し, 49261人の被験者から683人を対象とし, 認証実験を行った. 結果としては大きく有用と言えるものではなかったが, 手法を改善することで今後に期待することができる結果となった.

A Personal Authentication Technique Utilizing Record of Title and Time in Manga Application

RYOSUKE KOBAYASHI¹ RIE Shigetomi YAMAGUCHI¹

1. はじめに

近年, 人間の生活行動をデジタルデータとして記録したライフログを個人認証に利用したライフサイクル認証が着目されている. ライフログには, ブログなどのユーザー自身が手動で記録する方式と, センサーなどの外部デバイスにより自動で記録される方式がある. 後者の自動記録されるライフログは, ユーザーが意識せずに記録されるデータであるため, このデータを利用した個人認証手法はユーザビリティの良い手法だと考えられている. 既存する個人認証手法の, 認証時にパスワードを入力したり, 生体情報をセンサーに読み取らせるなどといった意識的な行動が必要ないからである.

しかしながらこのようなライフログを利用した個人認証手法は, パスワード認証や生体認証と比較して認証精度が低いといったデメリットが存在する. ライフログを利用した個人認証手法は人間の行動パターンに個人特性が存在することを基としているが, 人間の行動パターンは一定ではなく, 日々変動があるためである.

この認証精度が低いという欠点を補うために, 複数の情報を組み合わせて認証要素とする多要素認証といった技術が存在する. 一つの行動情報を利用した個人認証では認証精度が低くとも, 認証要素を複数にすることで認証精度を上げることが可能となる.

多要素認証を実現させるためには, 認証要素として利用できる情報を探し出す必要がある. 特にユーザビリティの良い多要素認証実現のために認証要素として利用できるライフログを探し出すことが課題となっている.

認証要素として利用するライフログとして, 我々はマンガアプリの閲覧履歴に着目した. 近年スマートフォンの普及率は著しく増大しており, ユーザーはスマートフォンを通じて様々なアプリを利用することができる. マンガアプリもスマートフォンで利用することができ, その利用データは簡単に取得することが可能である. また, マンガ閲覧情報には個人の嗜好が表れ, 個人認証を行うための情報として利用できると考えられる. 先行研究でもマンガ閲覧作品の履歴情報には個人性があると述べられている [1]. 本論文では, マンガアプリの閲覧履歴を利用したライフスタイル認証手法を提案する.

本論文の構成は, 次の通りとなる. 2章では, これまで一般的に言われてきた行動認証とライフスタイル認証との違

¹ 東京大学大学院情報理工学系研究科
The University of Tokyo, Graduate School of Information Science and Technology

いについて述べ、ライフスタイル認証の既存研究について述べる。3章では、本研究で利用したマンガアプリである、マンガワンについて説明し、またマンガワンの取得データについて説明する。5章では、本研究で行った実験での実装と結果について述べる。6章では、実験結果から得られる知見について考察を行う。最後に7章では、本研究の結論の今後の課題について述べる。

2. ライフスタイル認証

本章では従来の行動認証とライフスタイル認証との差異について、既存研究を交えながら述べ、その後にライフスタイル認証の特徴について説明する。

従来、ライフログを利用した認証手法は行動認証の一種として捉えられてきた。行動認証とは人間の行動情報が個人特性を持つことを活用した認証手法であり、その認証方式は登録モードと検証モードの二つからなる。登録モードでは、個人の行動情報が収集され、収集された情報から個人性抽出処理が加えられてテンプレートとして登録される。検証モードでは、登録モードで登録されたテンプレートと比較することで、入力された行動情報が登録された本人のものであるかの検証が行われる。

しかしながら、認証要素に利用される行動情報は大きく二種類に分けることができる。一つ目は特徴的な行動であり、指の動き [2] やスマートフォンのフリック操作 [3]、歩行 [4] などがある。特徴的な行動情報を利用した認証手法では、ユーザーは登録モード、検証モードとも行動情報を意識して入力する必要がある。例えば指の動きで認証する方式では、登録モードであらかじめ特定の指の動きを意識して登録しておき、検証モードでもあらかじめ登録しておいた動きと同じ動きになるように意識的に指の動き情報を入力する必要がある。

二つ目は生活習慣における行動である。上で述べたように生活習慣を記録したライフログは、近年スマートフォンやウェアラブル端末などのセンサーが搭載された外部デバイスで容易に取得することが可能である。このライフログを個人認証に活用した研究も近年されており、GPS 情報 [5] や Wi-Fi 情報 [6] が認証要素として利用されている。ライフログを利用した認証手法は特徴的な行動情報を利用した手法とは異なり、ユーザーは意識して行動情報を入力する必要がない。ライフログは外部デバイスのセンサーにより自動的に取得されるからである。このようにライフログを要素として利用した認証手法をライフスタイル認証と呼ぶ。

2.1 ライフスタイル認証の特徴

本節では特徴的な行動情報を利用した認証手法とは異なった、ライフスタイル認証の特徴について説明する。なお、本紙では特徴を説明するにとどまり、必ずしも特徴に

沿った認証手法を提案するものではない。

2.1.1 Window 幅

ライフスタイル認証は日々の生活習慣のパターンから得られる個人性を利用した認証手法であるが、個人性を得るためには生活習慣パターンの期間が必要となる。生活のある一瞬を切り取ってたととしても、そこから個人性を得られるものではない。このパターンの期間を Window 幅と呼び、ライフスタイル認証ではある程度の長さの Window 幅が必要となる。ライフスタイル認証の検証モードでは、この Window 幅の情報を入力し、テンプレートとの検証が行われる。特徴的な行動情報を利用した認証手法も、例えば指を動かす時間だけの Window 幅が必要とも考えられるが、ライフスタイル認証の Window 幅はそれと比較し非常に長いことが特徴である。

Window 幅をどの程度の長さとするかはシステムごとに決定すべきではあるが、先行研究 [7] では Wi-Fi 情報を利用したライフスタイル認証で Window 幅を 24 時間と 1 時間と設定し、24 時間とした方が認証精度が良いと述べている。また、ライフログを記録するデバイスを盗難された場合のなりすましについて、Window 幅を 1 時間とした方が防ぎやすいとも述べている。

2.1.2 習慣のゆらぎ

同じような生活習慣のパターンも、毎日完全に同じというわけではない。例えば毎朝同じ電車に乗って通勤しようとしていても、事故等で電車が遅れることや、電車に乗り遅れることもある。このように生活習慣の情報にはゆらぎが含まれている。ライフスタイル認証ではこのゆらぎを考慮して特性抽出を行う必要がある。

2.1.3 ライフスタイルの変更

ライフスタイル認証は、一般的にはそのままいつまでも利用できるものではない。なぜなら人の生活習慣は引っ越しや転職などで変わることがあるからである。ライフスタイル認証は同じような生活習慣パターンが繰り返されることを利用しているため、生活習慣が変化するとそのままではうまく機能しないこととなる。生活習慣が変化すると検証モードで入力される情報も変わってしまうため、ライフスタイル認証をうまく機能させるためには、生活習慣の変化にあわせてテンプレートを更新する必要がある。

生体認証 [8] や従来の行動認証 [9] でもテンプレートの更新は必要と既存研究で述べられているが、これらは経年変化や入力環境の差異に対応するためのものである。生活習慣の変化のように入力情報が大きく変わるの、ライフスタイル認証の特徴である。

3. マンガワン

本章では本研究で利用したマンガアプリであるマンガワンと、その取得データについて説明する。マンガワンは株式会社小学館からリリースされているマンガ閲覧アプリ

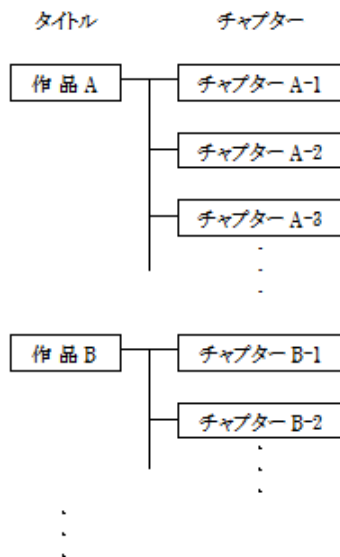


図 1 作品とチャプターの関係

(<http://manga-one.com/>) である。

3.1 マンガワンの特徴

マンガワンには以下の特徴がある。

- 既に配信期間終了となったものや今後配信が予定されているものも含め、2015年12月17日時点で92作品8567話（チャプター）で構成されている。なお本論文では、マンガワンで配信されているタイトルを「作品」と呼び、作品ごとに配信される単位を「話」もしくは「チャプター」と呼ぶ（図1参照）。
- 1話1ライフで閲覧することができ、ライフは午前9時と午後9時との1日に2回4ライフまで無料で回復する。ただしAndroidではライフの代わりに閲覧時間が消費され、同じように1日2回10分間無料で回復する。
- 無料で回復するライフ以上に閲覧する場合は、別途ライフを購入する必要がある。
- 一部に期間限定配信の作品が存在するが、配信期間終了となった作品を除き、すべてのチャプターを閲覧することが可能である。
- 既に閲覧したチャプターを再度閲覧する場合もライフが必要となる。
- 多くの作品は毎週1話ずつ更新されていく。一部の作品は月ごとや毎日更新される。

3.2 取得データ

本実験で利用したマンガワン閲覧データは、株式会社小学館より提供いただいた。提供いただくにあたり、データ提供に協力いただける利用者をマンガワンアプリ内で募集し（図2を参照）、参加協力で同意いただいた者を対象とした。募集にあたり、協力者には5ライフをプレゼントした（Android端末所持者には閲覧時間10分間をプレゼント）。募集期間は2015年9月6日20時頃から2015年9月7日



図 2 MangaONE アプリ内で行われた被験者募集。上側がiOSアプリ、下側がAndroidアプリ。現在は募集を中止している。

24時頃までとした。募集の結果、49261人から協力いただくこととなり、2015/8/24～2015/12/17の閲覧データを提供いただいた。

協力者から取得したデータは表1の通りである。本研究で利用した閲覧作品情報は表1に記載されていないが、図1の関係を利用して、チャプター閲覧情報から割り出すことが可能である。

4. 提案手法

本章ではマンガアプリの閲覧作品情報、閲覧時間情報それぞれを認証要素とした認証手法についての提案を行う。認証手法は登録モードでのテンプレート登録、Window幅の設定、検証モードでの入力情報とテンプレートとの比較・検証からなる。なお、本研究ではWindow幅を1日に設定し、以下ではテンプレート登録と検証モードでの入力情報とテンプレートとの比較・検証手法の提案を行う。

表 1 マンガワン利用者からの取得情報

取得項目	項目の詳細
被験者 ID	仮 ID を生成
ユーザー情報	OS (iOS, Android) ダウンロード日時
アクセスログ	API 種別 匿名化した IP アクセス時刻
チャプター閲覧	チャプター ID 閲覧時刻
追加コンテンツ	チャプター ID 初回閲覧時刻
コメント	チャプター ID 投稿時刻
お気に入り	作品 ID 登録時刻
ポイント取得	ポイント取得種別 参加時刻
おみくじ	おみくじ種別 参加時刻

4.1 閲覧作品情報を利用した認証手法

本研究で利用したマンガワンは週刊で更新される作品が多いため、曜日ごとに異なるテンプレートを作成することとした。

4.1.1 テンプレート登録

ある日 day に作品 tid を閲覧した回数を $V_{title}(tid, day)$ と定義した時、 $V'_{title}(tid, day)$ を以下の通り定義する。

$$V'_{title}(tid, day) = \begin{cases} 1 & (\text{if } V_{title}(tid, day) \geq 1) \\ 0 & (\text{if } V_{title}(tid, day) = 0) \end{cases}$$

また、ある日 day に対して曜日を返す関数 $w(day)$ を以下の通り定義する。

$$w(day) = d \quad (d \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\})$$

このとき、テンプレート $T_{title}(tid, d)$ を以下の通り定義する。

$$T_{title}(tid, d) = \sum_{day} |_{w(day)=d} V'_{title}(tid, day)$$

ただし、 $day \in$ (テンプレート登録期間) とする。

4.1.2 比較・検証

本研究では Window 幅を 1 日と設定しているため、検証モードでのある日 day の入力情報は $V_{title}(tid, day)$ を使って表すことができる。このとき、テンプレートと入力情報の比較した結果のスコア $S_{title}(day)$ を以下の通り定義する。

$$S_{title}(day) = \sum_{tid} (T_{title}(tid, w(day)) \times V_{title}(tid, day))$$

またこのスコアがある閾値 k_{title} に対して $S_{title}(day) \geq k_{title}$ となるときに認証成功と判定する。

4.2 閲覧時間情報を利用した認証手法

日々規則的な時間にマンガを閲覧したとしても、完全に同じ時間に閲覧するとは限らず、似た時間帯で閲覧すると考えらる。このゆらぎを吸収するため、Window 幅 1 日を 30 分ごとに区別してテンプレートを作成することとした。

4.2.1 テンプレート登録

ある日 day のある時間 $tm \sim tm+30$ 分に閲覧した回数を $V_{time}(tm, day)$ と定義する。なお、今後はある時間 $tm \sim tm+30$ 分を単純に tm と記述する。このとき、テンプレート $T_{time}(tm)$ を以下の通り定義する。

$$T_{time}(tm) = \sum_{day} V_{time}(tm, day)$$

ただし、 $day \in$ (テンプレート登録期間), $tm \in \{0:00, 0:30, \dots, 23:30\}$ とする。

4.2.2 比較・検証

4.1.2 項と同様に、検証モードでのある日 day の入力情報は $V_{time}(tm, day)$ を使って表すことができる。このとき、テンプレートと入力情報の比較した結果のスコア $S_{time}(day)$ を以下の通り定義する。

$$S_{time}(day) = \sum_{tm} (T_{time}(tm) \times V_{time}(tm, day))$$

またこのスコアがある閾値 k_{time} に対して $S_{time}(day) \geq k_{time}$ となるときに認証成功と判定する。

5. 実装と実験結果

本章では本研究で行った研究について述べる。

5.1 データセット

本実験では 3.2 節で取得したデータを利用した。データ提供に協力いただいたすべての被験者を実験の対象とはせず、以下の条件で選定を行った。

- 作品閲覧にライフを使用する iOS ユーザーを対象とした。
- 準備期間：2015/8/31～2015/9/9 の 10 日間のうち、5 日以上規則的な閲覧を行ったユーザーを対象とした。ここで規則的な閲覧を、1 日に無料で閲覧可能な 8 チャプターを閲覧することとした。
- 2015/8/24～2015/12/17 のうち、61 日以上閲覧したユーザーを対象とした。

この条件で実験対象被験者の選定を行った結果、本実験で利用したデータセットは以下の通りである。

- 実験期間：2015/8/24～2015/12/17
- 対象被験者：683 人
- 利用項目：閲覧作品、閲覧時間
- 平均閲覧日数：105.86 日なお実験期間は上記の通りであるが、実際に閲覧した日数は被験者によって異なる。

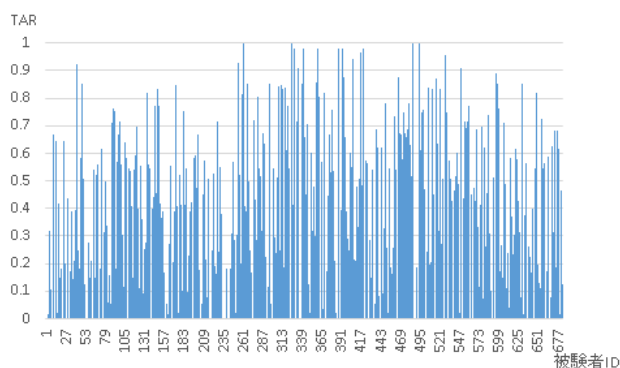


図 3 閲覧作品による認証の被験者ごとの実験結果

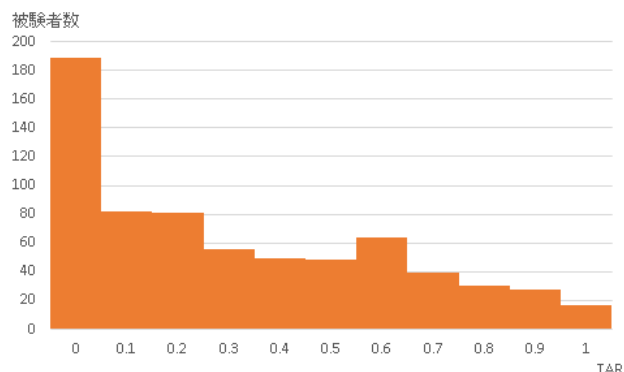


図 4 閲覧作品による認証結果の TAR ヒストグラム

5.2 実装

本実験ではマンガワンの閲覧作品、閲覧時間それぞれを認証要素として実験を行った。どちらの認証についても登録モードでのテンプレート登録期間を閲覧日数最初の 60 日とし、残りの閲覧日を検証モードとして利用した。

5.3 実験結果

閲覧作品による認証、閲覧時間による認証それぞれについて本人受入率 (TAR) を実験により測定した。本節ではその実験結果について記載する。なお TAR は以下の通り定義される。

$$TAR = \frac{\text{認証成功回数}}{\text{試行回数}}$$

また本実験による試行回数は以下の式で計算できる。

$$\text{試行回数} = \frac{\text{閲覧日数} - \text{テンプレート登録期間}}{\text{Window 幅}}$$

閲覧日数は被験者により異なるため試行回数も被験者により異なるが、全被験者の平均試行回数は 45.86 回である。

5.3.1 閲覧作品による認証

被験者ごとの閲覧作品による認証結果は図 3 の通りとなった。また図 4 は TAR ヒストグラムである。全被験者の平均値は 0.28、中央値は 0.19 と非常に低い値となった。一方で TAR が 0.9 以上となった被験者も 17 人存在し、定期的にマンガ作品を閲覧している人もいることがわかる。

5.3.2 閲覧時間による認証

被験者ごとの閲覧時間による認証結果は図 5 の通りとなった。また図 6 は TAR ヒストグラムである。全被験者の平均値は 0.85、中央値は 0.91 と閲覧作品による認証結果と比べ、非常に高い値となった。TAR が 0.9 以上となった被験者も全体の半数以上の 369 人存在し、マンガワンにおけるマンガ閲覧時間の情報は個人性を持つことがわかる。

6. 考察

実験結果から閲覧作品による認証結果と、閲覧時間によ

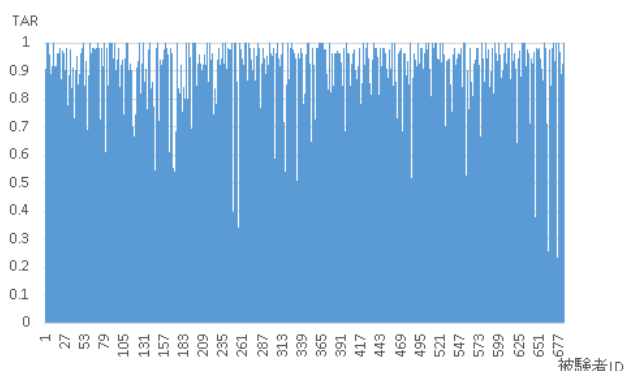


図 5 閲覧時間による認証の被験者ごとの実験結果

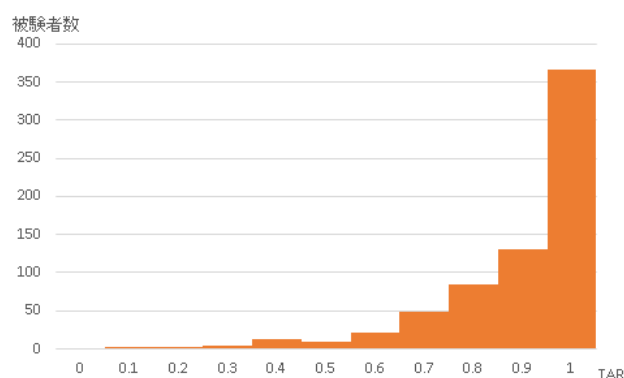


図 6 閲覧時間による認証結果の TAR ヒストグラム

る認証結果には大きな差があることがわかった。この差異について本章で考察する。

実験結果からは、定期的に同じ作品を閲覧している人は

少数であるが、規則的に同じ時間に閲覧している人は多いことがわかる。本実験で利用したマンガワンは週刊で更新される作品が多く、ユーザーが好みの作品を更新日に閲覧していくと規則的な結果となるはずであるが、結果としてそうはなっていない。これはマンガワンが過去の作品をいつまでも閲覧することが可能であり、ある程度更新されたタイミングでまとめて閲覧していると考えられる。別のマンガアプリに、更新されてから1週間のみ閲覧可能といったアプリがあるが、そういったアプリ仕様であるとユーザーは好みの作品を更新日に規則的に閲覧していくと考えられる。

一方で閲覧時間は規則的であることから、閲覧する作品は日々異なってもマンガアプリを起動して閲覧することが生活習慣に含まれていると考えられる。日々の通勤・通学時間や昼休み、就寝前など決まった空き時間に閲覧していると考えられる。

7. おわりに

本論文では、近年、ライフスタイル認証をもとにした多要素認証を実現させるために、認証要素として利用できるライフログを探し出すことが課題となっていることを記し、その解決としてマンガアプリの閲覧情報を提案した。また、実際にマンガアプリの閲覧情報を利用して認証実験を行った。結果としては大きく有用であるとは言えないものであったが、認証手法を改善することで認証要素として利用できるようになって考えている。今回の実験ではマンガアプリの閲覧作品情報と閲覧時間情報を個別の認証要素として実験を行ったが、二つの情報を組み合わせることで、より認証精度を上げることができると推測される。

今後の課題として、認証手法を改善することでマンガアプリの閲覧情報が認証要素として利用できるか検証する。また、本実験では本人受入率のみを算出したが、他人受入率も算出し、なりすまし可能性を考察することも今後の課題とする。

謝辞

本論文を執筆するにあたり、株式会社 小学館様よりデータをご提供いただきました。この場を借りて心より御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 小林良輔, 山口利恵: 漫画閲覧履歴に見るデータ匿名化困難性の検証, SCIS2016 2C1-E, IEICE 2016.
- [2] Kam Yuen Cheng, Ajay Kumar: Contactless Finger Knuckle Identification using Smartphones, 2012 International Conference of the Biometrics Special Interest Group
- [3] T. Feng, Z. Liu, K. A. Kwon, W. Shi, B. Carbunar, Y. Jiang and N. Nguyen: Continuous Mobile Authentication using Touchscreen Gestures, IEEE Conference on Technologies for Homeland Security (HST), pp.451 - 456,

- 13-15 Nov. 2012.
- [4] Thanh Trung Ngo, Yasushi Makihara, Hajime Nagahara, Yasuhiro Mukaigawa and Yasushi Yagi: The largest inertial sensor-based gait database and performance evaluation of gait-based personal authentication, Pattern Recognition 47, pp.228-237, 2014.
- [5] Lex Fridman, Steven Weber, Rachel Greenstadt and Moshe Kam.: Active Authentication on Mobile Devices via Stylometry, Application Usage, Web Browsing, and GPS Location, IEEE Systems Journal, Cryptography and Security, 2015.
- [6] Ryosuke Kobayashi and Rie Shigetomi Yamaguchi.: A Behavior Authentication Method Using Wi-Fi BSSIDs around Smartphone Carried by a User, 2015 Third International Symposium on Computing and Networking, pp. 463-469, 2015.
- [7] 小林良輔, 山口利恵: Wi-Fi 履歴情報を活用した複合認証における個人認証手法, CSS2015 3D1-2, 2015.
- [8] Ajita Rattani, Biagio Freni, Gian Luca Marcialis and Fabio Roli: Template Update Methods in Adaptive Biometric Systems: A Critical Review, Advances in Biometrics Volume 5558 of the series Lecture Notes in Computer Science pp 847-856, 2009.
- [9] Kenji Matsuo, Fuminori Okumura, Masayuki Hashimoto, Shigeyuki Sakazawa and Yoshinori Hatori: Arm Swing Identification Method with Template Update for Long Term Stability, Advances in Biometrics Volume 4642 of the series Lecture Notes in Computer Science pp 211-221, 2007.