

顔認証によるチケット本人確認システムにおける 入場者の自撮り顔画像の活用

奥村明俊^{†1} 星野隆道^{†1} 半田享^{†1} 山田栄子^{†1} 田淵仁浩^{†1}

概要: 近年、転売を目的としたチケット購入や違法行為が増加しており、チケットの本人確認が課題となっている。チケット本人確認の課題は、大規模イベントにおいて入場者のなりすまし防止と確認作業の効率化を両立させることである。我々は、顔認証による本人確認システムを開発し、100以上のコンサートにおいて、その有効性を実証してきた。このシステムは、チケット購入時に登録された購入者の顔画像とイベント入場時の入場者の顔画像を照合し、購入者が入場者と同じであることを確認する。本人確認のためにイベント会場にてカードリーダー、カメラやタブレット端末、チケット発券機を必要とする。これらの必要な機材を簡素化することが、運営上の課題である。また、入場者の顔画像が、目を閉じたり、正面を向いていなかったり、頭髮で顔を隠しているといった非協力的なものである場合、顔認証が失敗することがある。顔認証システムにとって協力的な顔画像をいかに入力するかが運用上の課題である。これらの課題を解決するために、本論文は、入場者の自撮り顔画像を用いた顔認証による本人確認システムを提案する。入場者の携帯端末を用いることにより必要機材を簡素化し、入場者が登録画像を参考にしながら自撮りすることによりシステムに協力的な顔画像を入力とする。入場者が自撮りする場合、照明や背景といった入場者に制御困難な要因が顔認証精度向上の課題となる。提案システムは、イベントでの実証に向けた予備実験として、照明条件や背景パターンの異なる240顔画像に対して97.5%の認証精度であることを確認した。

キーワード: 顔認証, バイオメトリクス, 本人確認, チケット転売防止, 自撮り

Identity Verification for Attendees of Large-scale Events Using Face Recognition of Selfies Taken with Their Cellphone Cameras

AKITOSHI OKUMURA^{†1} TAKAMICHI HOSHINO^{†1} SUSUMU HANDA^{†1}
EIKO YAMADA^{†1} MASAHIRO TABUCHI^{†1}

Abstract: This paper proposes an identity verification system for attendees of large-scale events using face recognition of selfies taken with their cellphone cameras. Such a system has been required to prevent illegal resale such as ticket scalping. The problem in verifying ticket holders is how to simultaneously verify identities efficiently and prevent individuals from impersonating others at a large-scale event in which tens of thousands of people participate. We developed Ticket ID Systems that identified the purchaser and holder of a ticket by using a face-recognition system, which required ID equipment such as a tablet terminal with a camera, a card reader, and a ticket-issue printer in 2014. Since the systems were proven effective for preventing illegal resale by verifying attendees at large concerts of popular music groups, they have been used at more than 100 concerts. However, they have been required to simplify ID equipment from an operational view-point. Also, it is necessary to secure cooperative face-image from a technical view-point of face-recognition accuracy, because face recognition failed when the input face images of the individuals were not cooperative, that is to say, when the individuals had their eyes closed, were not looking directly forward, or had hair covering their face. The proposed system utilizes attendees' selfies as input images of face recognition, which makes ID equipment unnecessary by using their cellphone cameras and secures cooperative input face-image by taking their pictures for themselves. The prototype system achieved 97.5% face recognition accuracy at the results of preliminary tests of 240 pictures taken under various illumination and background conditions.

Keywords: face recognition, biometrics, identity verification, illegal ticket resale prevention, selfie

1. はじめに

近年、本人確認の必要性が増大している。たとえば、人気コンサートのように大人数が参加するイベントに入場する場合、以前は、参加証やチケットなどの所有物の確認だけが行われており、本人確認の必要性は深刻には考えられていなかった。入場料の高価なイベントの多くは座席指定

なので参加証やチケットの偽造問題も想定する必要はなかった。しかし、昨今は、ネットオークションが一般化したために、個人レベルでチケットの売買行為が容易になった。それに伴って転売を目的としたチケット購入によるトラブルやダフ屋行為という違法行為の社会問題が増加している[1]。チケット入手の公正性の確立は、ファンのみならずイベント事業者やアーティストも望んでいる[2]。イベント事

^{†1} NECソリューションイノベータ株式会社
NEC Solution Innovators, Ltd. 2-6-1 Kitamikata, Takatsu-ku, Kawasaki,
Kanagawa 213-8511 Japan

業者は、ファンの心理につけこむ悪質行為の事例をあげてインターネット上での不特定者とのチケット売買の危険性を訴え、正規販売窓口以外でのチケット売買行為を一切禁止していることが多い。また、チケット販売規約で、申込者の氏名が仮名・偽名であるとき、申込者の住所が実際の住所と異なるとき、チケットがインターネットオークションまたはダフヤなど営利目的で転売されたときなど、チケットが無効とされることを明記している。実際、アミューズメントパーク[3]やコンサート会場[4]において、不正に転売されたチケットが無効とされる事態が発生している。そのため、本人確認によるなりすまし防止が今まで以上に重要な社会的課題となっている。

本人確認とは法的には「実在していること（実在性）」と「正しくその本人であること（同一性）」の2点を確認することである[5]。実在性の基盤は戸籍である。日常生活の中で「実在性」が厳密に確認される場面は限られているが、もう一方の「同一性」の確認は様々な場面で求められる。この「同一性」の確認を個人認証と呼び、個人認証が本人確認と同じ意味で使われることが多い。現代の本人確認の手法は、身分証や運転免許証などを用いる所有物認証、パスワードや暗証番号などを本人のみが知っていることを利用する知識認証、指紋や静脈や顔などによる生体認証の3種に分類される。知識認証と所有物認証は、インターネットサービスや銀行端末での利用のように、組み合わせも含めてすでに社会生活で広く利用されている。しかし、知識認証と所有物認証はともに、チケット購入者とイベント入場者の合意があれば貸与や譲渡が可能であり、なりすまし防止には有効ではない。生体認証は、指紋や顔などの身体的特徴による認証と声紋や筆跡などの行動的特徴による認証がある[6],[7]。生体認証は、忘れたり、紛失したりする恐れがないという利点に加え、本人と不可分であるので貸与や譲渡が困難であり、なりすまし防止には有効である。生体認証は、予め登録されている生体情報とセンサから入力された照合情報とを比較することにより本人確認を行う。たとえば、金融機関で使われている静脈認証[8]や国や自治体で使われている指紋認証[9]の場合、両者ともに生体情報取得の専用センサが必要である。イベントにおける本人確認の場合、一般の方が自宅で生体情報を登録して、様々なイベント会場で照合できることが求められる。そのため、指紋や静脈や虹彩のように特別なセンサを用いる生体情報を事前に登録してイベント会場で確認することは現実的ではない。一方、顔認証は、センサとしては通常のカメラを用いることができ、一般の方にとってその扱いも容易である。精度面においても、運用の工夫で実用化された事例[10]や実証実験事例[11]が報告されている。我々は、大規模な入場者を対象としたチケット本人確認に顔認証を適用し、なりすまし防止と確認作業効率化をおこなってきた[12][13]。チケット本人確認には、イベント会場にてカードリーダ、

カメラやタブレット端末、チケット発券機を必要とする。これらの必要な機材を簡素化することが、運営上の課題である。また、入場者の顔画像が、目を閉じたり、正面を向いていなかったり、頭髪で顔を隠しているといった非協力的なものである場合、顔認証が失敗することがある。顔認証システムにとって協力的な顔画像をいかに入力するかが運用上の課題である。

本論文では、運用コストの低減と協力的な顔画像入力のために、入場者自身がイベント会場で自分の携帯端末で自分の顔を撮影（いわゆる自撮り）した画像による顔認証本人確認システムを提案する。2章では、関連研究として、大規模イベントの入場を効率化する電子チケットシステム、ウォークスルー入場、顔認証ソフトウェアについて概説する。3章では、大規模イベントにおけるチケット本人確認の要件について述べ、顔認証によるチケット本人確認の従来システムについて説明し課題について述べる。4章では、本論文で提案する自撮り顔画像による顔認証本人確認システム（以下、提案システム）について説明する。5章では、提案システムの予備実験結果について述べる。6章では、提案システムについて考察し、今後の課題について述べる。

2. 関連研究

2.1 電子チケットシステム

大規模イベントのチケット発行や入場効率化のために、電子チケットが普及している。電子チケットは、入場の際にスマートフォンやタブレットにQRコードを表示するなど、通常の紙に印刷されたチケットを不要としたものである。電子チケットの中には、入場の際に紙のチケットの一部を切り取って使用済とするのと同様の機能を提供する電子もぎりと呼ばれるものもある[15]。電子チケットは、複製は困難であるが、それ自体は他人への貸与や譲渡は可能であるので、なりすまし防止には有効ではない。なりすまし防止を可能とする電子チケットシステムとして、本人であるかを電子的に確認し入場を制限する仕組みが研究されている。たとえば、双方向署名と否認不可能署名を用いることにより、匿名性と譲渡禁止を可能とした電子チケットシステムが提案されている[16]。このシステムは、優れた実験結果を示しているが、チケット購入者の秘密鍵を保管したICカードを利用し、このICカードの貸し借りは行わないことを前提条件としている。現実にはこの前提条件は成り立たず、実用的ななりすまし防止策とならない。

2.2 ウォークスルー入場

大規模な入場者が効率よくゲートなどを通過するシステムとして、ウォークスルーやタッチアンドゴーと呼ばれるシステムが知られている。これらは、ICカードを用いた駅の自動改札やQRコードによる空港の搭乗ゲートで実用化されている。これらのシステムは、乗客がほぼ立ち止まることなく効率的に入場することを実現しているが、ICカ

ードや QR コードという他人に貸与や譲渡可能な所有物認証による本人確認であるので、なりすまし入場を完全に防止するものではない。電鉄会社は、IC カードの定期券購入時の禁止事項として、「他者になりすましてサービスを利用する行為」を明記しているが、現実には不正乗車は発生しうる[17]。駅の自動改札システムでは、IC カードに登録されている年齢情報によって、小人が通過するときはアラームや赤ランプが示されるが、子供同士の貸し借りなどもあり必ずしも有効な防止手段ではない。生体認証によるウォークスルー認証として、ウォークスルー型指静脈認証システムが知られている。このシステムは、利用者が手をかざすだけで指静脈を高速に読み取り、自動改札機と同程度のスループットを実現している[18]。しかしながら、大規模イベントに適用するためには、チケット購入時の指静脈情報を登録するセンサや仕組みを普及させることが大きな課題となる。また、屋外も含めてさまざまなイベント会場に専用装置を設置する必要性があり、そのコストとポータビリティが問題となる。

2.3 顔認証ソフトウェア

顔認証は、世界中で数多くのシステム[19]が開発されており、米国国立標準技術研究所 (NIST) がベンチマークテストを実施している[20]。2009 年、2010 年、2013 年に実施されたバイオメトリクス技術ベンチマークテストの静止顔画像認証部門において最高性能を達成した NeoFace[21]の場合、ビザ申請時に使われた 180 万人の顔画像検索において検索精度 95% であり、他人許容率 (他人が本人と誤認される率) が 0.1% 時に本人拒否率 (本人が本人と認識されない率) は 0.3% である[22]。顔認証処理の概要を図 1 に示す。

顔認証は、登録画像と照合画像を比較して、それらの顔画像が同一人物か否かを判定する[22]。顔認証によってチケットの本人確認を行う場合、事前にチケットを申し込んだ者の画像を登録画像、入場者の画像を照合画像として比較する。イベント当日、まず入場者の画像に対して顔の領域を検出する処理、顔検出を行う。次に、検出された顔領域に対して、目、鼻、口端などの顔の特徴点を検出する顔特徴点検出処理を行う。そして、得られた特徴点位置を用い



図 1 顔認証処理の概要

Fig. 1 Outline of face recognition process

て顔領域の位置、大きさを正規化して類似度を計算し、登録画像と照合画像の照合処理を行う。NeoFace を実装したタブレット端末の背面カメラで対象者を撮影して顔認証を実行すると、10 万人の顔画像情報に対して顔写真撮影後 0.5 秒以内で画面に表示される[12]。

3. 顔認証によるチケット本人確認システム

3.1 大規模イベントにおけるチケット本人確認の要件

なりすまし防止のために本人確認を徹底することは、確認作業の効率化とトレードオフの関係である。チケット本人確認の課題は、数万人以上が参加する大規模イベントにおいて入場者のなりすまし防止と確認作業の効率化を両立させることである。大規模イベントにおける本人確認は、屋外も含めた様々な環境と規模のイベントに現実的な運用コストで、かつポータブルで持ち運び容易な装置を用いる必要がある。スケーラビリティとポータビリティを備えた利便性の高い本人確認手法として、我々は、チケット本人確認のために NeoFace[21]を用いて、タブレット顔認証システム[12]とノンストップ顔認証システム[13]を開発し実用化した。両システムは、コンサートなどの入場者の本人確認のために活用され、なりすまし防止と本人確認時間短縮により社会的にも評価され普及しつつある[14]。システムが普及して対象イベントが増加するにつれて、事業者からイベント当日の運用コストの低減と協力的な顔画像入力による顔認証精度の向上が求められている。

3.2 タブレット顔認証システム

タブレット顔認証システムは、イベント係員が入場者の会員証をカードリーダーにかざしてチェックインし、入場者

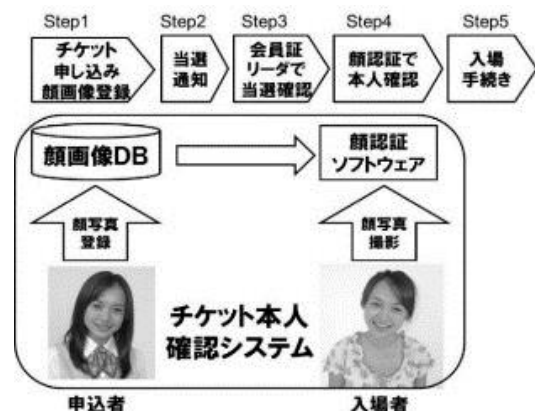


図 2 チケット本人確認システムによる手順

Fig. 2 Current ticket verification procedure を撮影して本人確認を行うシステムである。チケットの申し込みから入場手続きまでの手順を図 2 に示す：

Step 1: 人気チケットは、購入時にはファンクラブなどの会員登録を行って抽選となることが多い。チケット申し込み者は、会員情報と顔写真を登録する。その際、イベント

当日に顔認証によって本人確認されること、顔写真画像を含む個人情報の取扱いに関するプライバシーポリシーが提示される。登録する顔写真は、目を閉じたり、正面を向かなかつたり、髪やピースサインなどで顔を隠すなど非協力的な画像とならないように注意を促す[23]。

Step 2: イベント事業者は、当選した会員に結果を通知する。転売リスクが高くなるので、当選者にはチケットを事前に送付せずに当選結果のみを通知することもある。

Step 3: イベント会場の係員は、図3に示すようにイベント当日に会場で入場者の会員証を受け取って、カードリーダにかざしてチェックインし、当選者であることを確認する。

Step 4: イベント会場の係員は、入場者の顔写真を撮影し申込時に登録された顔写真と同一人物であることを顔認証ソフトウェアによって確認する。そのために、顔写真撮影前に入場者に立ち位置を示しカメラに向かって目を閉じずに静止することなど協力的な顔画像となるように説明する。

Step 5: イベント係員は、顔認証結果に基づいて、チケット発券などの入場手続きを行う。

3.3 ノンストップ顔認証システム

ノンストップ顔認証システムでは、入場者が自ら会員証をカードリーダにかざしてチェックインし、入場者が撮影のために立ち止まることなく歩行中に本人確認を行う。歩行中の入場者は、横を向いたり目を閉じたりするなど顔認証に不向きな状態で撮影されることがある。入場者を2つの異なる外付けカメラで撮影し2種類の画像と登録画像を照合して顔認証を行う。タブレット顔認証システムを以下のように改良し、図4に示すようなシステムを構築した：

(1) カードリーダと確認場所の分離

カードリーダをイベント係員の手前1.5mほどの場所に設置して、入場者が自分で会員証をカードリーダにかざしてチェックインして係員の方向に進む。駅の自動改札を通過するのと同様、入場者は一旦停止して会員証を係員に渡す必要はない。

(2) 複数画像による顔認証

入場者に目立つように外付けIPカメラを2箇所に設置してそれぞれが異なるタイミングで顔画像を撮影し、2種類の顔画像で顔認証を行う。歩行中の入場者には、撮影に関する注意事項を伝えることは困難であり、顔認証システムに非協力的な顔画像となる可能性がある。そこで、時間を0.5秒程度ずらして2つのカメラで撮影して、いずれかの顔画像が申し込み時の登録画像と一致した場合、認証成功とした。

3.4 従来のチケット本人確認システムの課題

従来のチケット本人確認システムとして、タブレット顔認証システムとノンストップ顔認証システムの実証結果を表1に示す[24]。両システムは、約100以上の公演で活用されているが、今後、イベント当日の運用コストの低減と協力的な顔画像入力による顔認証精度の向上が課題である。

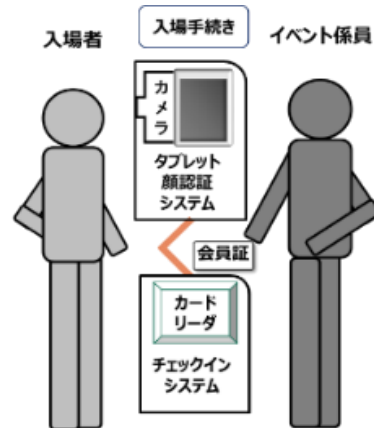


図3 タブレット顔認証システム

Fig. 3 Tablet-based face recognition systems

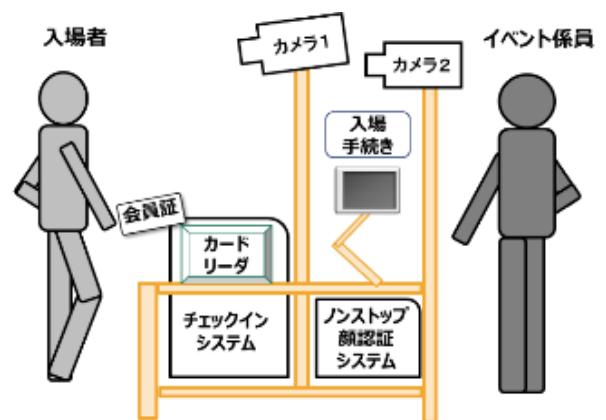


図4 ノンストップ顔認証による本人確認

Fig. 4 Non-stop face recognition

表1 タブレットシステムとノンストップシステム比較

Table 1 Results of tablet-based and non-stop systems

	タブレット 顔認証システム	ノンストップ 顔認証システム
チェックイン実行	イベント係員	入場者
チェックイン機材	カードリーダ	
カメラの数	1	2
カメラの種類	タブレット内蔵	外付けカメラ
認証結果確認機材	タブレット端末	
顔認証精度	90%	91%
顔認証失敗原因	目を閉じている, 正面を向いていない, 髪が顔を隠している	

(1) 必要機材の簡素化

従来システムは、イベント会場にてカードリーダ、カメラやタブレット端末といった機材を必要とする。コンサートによっては、当日のチケット発券機も必要である[25]。たとえば、数万人以上のコンサートでは必要な機材を150箇所に設置して本人確認を行っている[12]。必要機材の搬入、設置、搬出には、大きなコストと時間を要する。本人確認のために必要な機材を簡素化することが必須である。

(2) 協力的な顔画像の入力

従来システムは、両システムとも認証精度は90%以上であるが、認証できない原因として、入場者の顔画像が、目を閉じたり、正面を向いていなかったり、頭髮で顔を隠しているといった非協力的なものであることがあげられる。顔認証精度向上のために、協力的な顔画像を入力とすることが必要である。

4. 自撮り画像による顔認証本人確認システム

4.1 入場者の携帯端末による自撮り顔画像の活用

入場者が自分の携帯端末で自撮りした顔画像を顔認証することによって本人確認を行うシステムを提案する。従来のシステムと提案システムを併用することによって、以下の2つの課題の解決を図る：

(1) 機材の簡素化

入場者は、図5に示すように、後述する本人確認アプリを用いてイベント会場で自分の携帯端末で自撮りした顔画像によって本人確認を行い、その結果を係員に提示して入場する。従来、イベント事業者が用意していたチェックインのためのカードリーダー、入場者の顔写真撮影のためのカメラ、顔認証のためのタブレット端末、チケット発券機が必要となる。

(2) 協力的な顔画像の入力

入場者が顔画像を自撮りすることで、システムにとって協力的な顔画像を入力とし、顔認証精度の向上を図る。具体的には、入場者が自撮りする際、図6(左)に示すように申し



図5 イベント会場での本人確認

Fig. 5 Verification of Attendees



図6 通常の自撮り画面(左)と暗い時の画面(右)

Fig. 6 Example of selfies

込み時に登録した画像を模範的画像として表示して、非協力的画像とならないようにガイドする。自撮り画像が、何らかの理由で顔認証できない場合、入場者に再撮影を促す。

4.2 自撮り顔画像活用の課題

(1) なりすまし防止

自撮り顔画像が、イベント当日に会場にやって来た本人によるものであることを担保する必要がある。そのため、撮影画像の撮影日時と場所が適切であること、つまりイベント会場で入場当日に撮影されたものであることを携帯端末の時計とGPS機能を用いて確認する。

(2) 入場者の携帯端末や操作スキル

入場者すべてが携帯端末を保有して、イベント当日に会場で顔画像を自撮りして本人確認できるとは限らない。そこで、後述する本人確認アプリを用いて本人確認が可能かを事前にチェックする。携帯端末や操作スキルに問題なく本人確認できた入場者を対象として自撮り顔画像による本人確認を当日イベント会場にて行う。自撮り顔画像による本人確認ができなかった、もしくは希望しない入場者に対しては、従来システムによる本人確認を当日行う。事前に提案システムによる確認対象人数を把握することによって、必要な従来システムの機材や係員の人数を算定する。

(3) 暗い環境での撮影

当日の会場が顔検出困難なほど暗い場合、顔認証は不可能となる。自撮りは、ディスプレイ側のカメラ(インカメラ)で撮影するのでフラッシュ機能は使用できない。そこで、暗い環境で本人確認アプリを利用する際、図6(右)に示すように、右上の小さな撮影画像以外の領域を出来るだけ大きく輝度をあげた白い画面(ソフトフラッシュ)に切り替える。ソフトフラッシュで入場者の顔を明るく照らすことによって顔認証可能とする。

4.3 本人確認手順

前節で述べた機能と運用手順によって提案システムを用いた場合のチケットの申し込みから入場までの手順を以下に示す：

Step 1: チケット申し込み者は、従来システム[12,13]と同様、チケット申し込み時に会員情報と顔写真を登録する。顔写真は会員情報データベースに登録される。

Step 2: イベント事業者は、入場者に当選結果を通知する。当選者は、本人確認アプリをダウンロードすることが可能となる。希望者はイベント会場に持参する携帯端末に本人確認アプリをダウンロードする。このアプリを用いて事前に自撮り顔画像による本人確認チェックを行い、本人確認できた希望者には、当日このアプリを用いて入場可能であることを通知する。

Step 3: 本人確認アプリを用いる入場者は、図5に示すように、指定された日時と場所において本人確認アプリを起動し、顔画像を自撮りして顔認証を行う。入場者は、本人確認に成功した場合、携帯端末の画面に表示されたメッセー

ジをイベント係員に提示する。日時と場所を限定することによって、事前にメッセージを画面に表示した携帯端末を他者に譲与や貸与することを防止する。

Step 4: 係員は、メッセージを確認して入場を許可する。そして、電子モグリ [15] のように入場者の携帯端末上でチケットの使用済操作を行う。メッセージは、使用済操作によってチケットとして使用済みであることが明示されるとともに、イベント事業者にはチェックイン情報として通信される。

4.4 本人確認アプリの構成

本人確認アプリは、図 7 に示すように顔認証、時間・位置確認、本人確認制御、チェックインの 4 つのモジュールから構成される。顔認証モジュールは、顔画像撮影機能によって入場者が自撮りで顔画像撮影を可能とする。顔認証モジュールには、予め入場者が申し込み時に登録した顔画像が暗号化されて組み込まれている。顔認証モジュールは、自撮り顔画像と登録画像を照合し、照合結果とともに自撮り顔画像と登録画像を本人確認制御モジュールに送信する。顔認証モジュールは、顔画像撮影時に、時間・位置確認モジュールに信号を伝達し、時間・位置確認モジュールは時間と携帯端末の位置情報を抽出する。時間・位置確認モジュールには、予め入場者が参加可能なイベントの日時および

イベント会場の位置情報が撮影条件として組み込まれている。撮影条件照合モジュールは、顔画像が撮影された日時と位置が撮影条件と合致しているかを照合し、その結果を本人確認制御モジュールに伝達する。本人確認の処理フローを図 8 に示す。本人確認制御モジュールは、顔認証モジュールと時間・位置確認モジュールからの照合結果がともに成功した場合、本人確認結果を成功とする。照合結果のいずれかが失敗した場合、本人確認結果を失敗とする。本人確認制御モジュールは、確認結果とともに自撮り顔画像と登録画像をチェックインモジュールに送信する。チェックインモジュールには、予め入場者の氏名やイベント会場での座席など入場者へのメッセージとして組み込まれている。メッセージ生成部は、確認結果が成功の場合、入場者の氏名、登録画像、自撮り画像、「ご入場ください」といった指示内容、座席情報などを成功メッセージとして生成する。確認結果が失敗の場合、入場者の氏名、登録画像、自撮り画像、「再度、認証をお願いします」「または、係員に相談してください」といった指示内容などを失敗メッセージとして生成し携帯端末に表示する。メッセージ表示・通信部は、係員の使用済操作によって、「ご来場感謝します」のように使用済であることを明示し、イベント事業者にはチェックイン情報として通信する。成功、失敗、使用済メッセージの例を図 9 に示す。

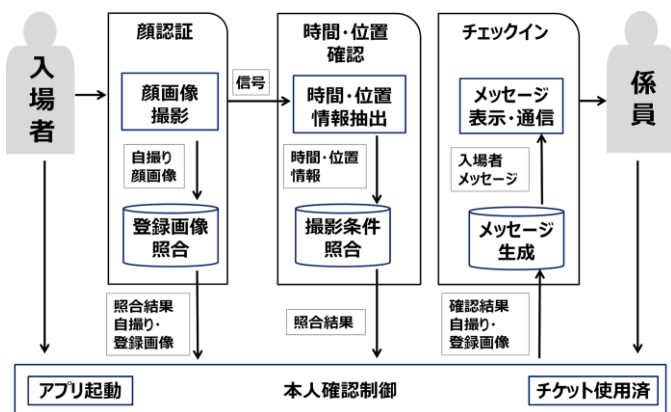


図 7 本人確認アプリの構成

Fig. 7 Configuration of Verification System

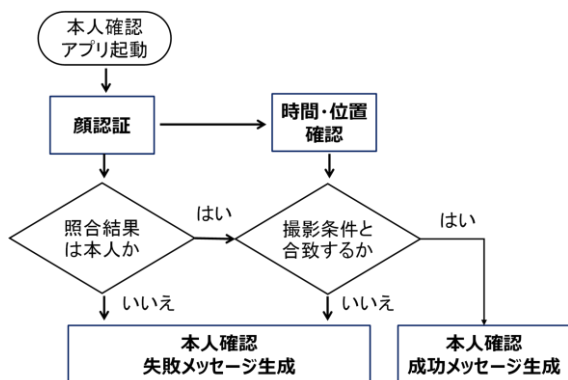


図 8 本人確認制御フローチャート

Fig. 8 Flowchart of Verification Control



図 9 成功 (左), 失敗 (中央), 使用済 (右) のメッセージ

Fig. 9 Examples of Messages

5. 予備実験

5.1 顔認証のパラメータ

提案システムの本人確認アプリを実際のイベントに導入するにあたり、顔認証の精度を検証する必要がある。時間・位置確認に関しては、市販の携帯端末内蔵の時計と GPS によって精度は安定していると思われる。一方、顔認証に関しては、入場者が保有している市販の携帯端末で自撮りした顔画像を用いるため、実際のイベント会場の環境を想定してフィジビリティを検証する必要がある。

本人確認の制御パラメータとして、顔認証に関する内的

パラメータと外的パラメータ、イベント当日の本人確認の操作パラメータがある[13]。内的パラメータは、対象となる顔そのものの物理的特徴であり観測者に依存しないものである。たとえば、撮影時期、表情、毛髪、メガネや化粧などである。外的パラメータは、顔の見え方や状況に関するもので、照明や背景、画像の解像度などである。操作パラメータは、イベント係員と入場者のインタラクションに関するものである。たとえば、誰が入場者を撮影するか、係員が撮影する場合、撮影のために入場者を静止させるか、カメラの方向を向かせるか、本人確認のために何回顔認証を実行するかなどである。提案システムでは、入場者の自撮りによって内的パラメータと操作パラメータが入場者に制御可能となる。しかし、外的パラメータの中には、入場者に制御困難なものが存在する。外的パラメータの解像度に関しては、市販の携帯端末で撮影されたものが顔認識に利用されており問題は少ない。そこで、イベント会場における照明と背景の変動パターンを想定した予備実験を行い、顔認証精度を評価する。

5.2 実験方法

予備実験として 30 人の被験者が照度と背景に関して異なる条件で携帯端末を用いて自撮りした顔画像による顔認証実験を行う。被験者は、4.2 節の本人確認手順に従って実験する。まず、Step1 の手順で顔写真を登録し、Step2 の当選者として事前チェックを行い、本人確認アプリを携帯端末にダウンロードする、次に、Step3 のイベント会場を想定して顔認証を行う。イベント会場の照明変動として、顔検出可能な明るい場合、顔検出不可能な暗い環境で画面を明るくするソフトフラッシュを用いる場合の 2 条件、イベント会場の背景変動として、屋内、屋外、人混み、雨傘をさした状態の 4 条件で実験する。つまり、組合せとして 8 つのパターンで 30 人が自撮りした合計 240 枚の顔認証結果を評価する。背景変動例を図 10 に示す。

5.3 実験結果

240 画像に対して認証に失敗した画像は、6 画像であった。顔認証精度は 97.5% (本人拒否率 2.5%) である。照明変動と背景変動に対する顔認証結果 (失敗画像数/総画像数) の内訳を表 2 に示す。

表 2 照明と背景変動に対する顔認証精度

Table 3 Results of Various Illumination and Background

	Conditions			
	屋内	屋外	人混み	傘の中
明るい	0/30	1/30	5/30	0/30
ソフトフラッシュ	0/30	0/30	0/30	0/30

屋外の失敗画像 1 枚は、目をつぶっている画像であった。横を向いたり髪が顔を隠して失敗した画像はなかった。人混みを背景として認証に失敗した 5 画像の失敗原因は、背後の人の顔を認識対象として検出して照合したためであった。また、ソフトフラッシュを用いた画像と傘の中

の画像で認証失敗の画像はなかった。



図 10 屋内(左上)、屋外(右上)
人混み (左下)、傘の内 (右下)

Fig. 10 Examples of Background

6. 考察

6.1 非協力的な顔画像

非協力的な顔画像が入力となったのは、1 画像である。自撮りした顔画像は、システムに協力的であり、4.2 節(2)で述べた本人確認アプリの事前チェックも有効だったと思われる。入場者は、目を閉じて認証に失敗した場合も、メッセージ画面の照合画像を見て失敗原因を理解し、やり直すことも容易だと思われる。

6.2 背景変動

背景変動に対しては、顔検出の改良が必要である。自撮りであっても、背後にいる人の顔が顔認証対象として検出されてしまうことがあった。複数の顔が検出された場合、検出領域の大きな顔を検出結果とすることで解決する。自撮り画像においては、対象者の顔の検出領域が最大とならないことも考えられる。たとえば、プリクラ写真のように意図的に仲間同士が並んで顔写真を撮影した場合、検出領域はほぼ同じである。その場合、検出された複数の顔に対して照合を行い、もっとも尤度の高い顔を本人確認対象とする。もしくは、運用として単独撮影の徹底を図る。

6.3 照明変動

照明変動に対しては、通常では顔認証できない暗さであっても、画面を明るくするソフトフラッシュで顔認証可能であることが分かった。一般に、百貨店売り場など明るいオフィスが 1000lx(ルクス)以上、夜のアーケードや日没直後が 750lx、街灯下や寝室全体が 200lx、月明かりやろうそくの明るさが 30lx とされている[26]。携帯端末の画面を明るくするソフトフラッシュの場合、80lx 以上の明るさを確保し顔認証を実行することができた。ソフトフラッシュは、携帯端末近くの人顔のみが明るく照らし出される。そのため、背後の人の顔を検出して顔認証の対象とすることはなかった。

6.4 今後の課題

入場者の携帯端末を利用することによって機材を簡素化するフィージビリティを確認できた。また、入場者が自撮りすることによって、従来システムと比べて協力的な顔画

像を獲得しやすいことが分かった。今後、顔検出の改良を行った提案システムを実際のイベントに導入して大規模な実証実験を行う。そのために、運用も含めて以下について検証する：

(1) 本人確認の所要時間

入場者が自撮り画像で顔認証した後、係員へのメッセージ提示など1人あたりの本人確認所要時間を測定する。チケットを発券する必要がなくなり、入場者の携帯端末の画面を係員が確認して通過するまでの時間がどの程度短縮されるかを測定する。その結果を踏まえて、イベント規模に応じた必要係員人数や係員の配置などを検証する。

(2) 従来システムとの連携

携帯電話の不具合など何らかの理由により、当日に顔認証できない入場者に対して、係員が目視で本人確認する必要がある。具体的には、係員の対応手順を従来システムへの誘導も含めてガイドラインとして明確化する。

(3) イベント会場での時間・位置確認

本人確認アプリは、図8で示したように時間・位置情報を抽出することによって、入場者が適切な日時と場所にて顔画像を撮影したかを確認する。実際のイベント予定会場において、提案システムの動作を事前に確認する。

7. おわりに

従来の顔認証によるチケット本人確認システムでは、必要な機材を簡素化することと協力的な顔画像を入力とすることが課題であった。提案システムは、入場者の携帯端末を用いることにより必要機材を簡素化し、入場者が登録画像を参考にしながら自撮りすることによりシステムに非協力的な顔画像の入力を抑制することができた。提案システムは、30人による予備実験を行い、97.5%の顔認証精度を得た。今後、提案システムによる本人確認の所要時間の測定、本人確認できない入場者への対応も含めた従来システムとの連携手順の明確化、イベント開催予定地での時間・位置確認の動作を確認し、実際のイベントに導入して実証評価する予定である。

謝辞 NEC ソリューションイノベータ(株)の佐久間洋執行役員常務をはじめ関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 独立行政法人国民生活センター：インターネットオークション。 http://www.kokusen.go.jp/soudan_topics/data/internet3.html
- [2] 朝日新聞, 読売新聞: 私たちは音楽の未来を奪うチケットの高額転売に反対します:一面広告, 2016/8/23, <http://www.tenbai-no.jp/>
- [3] 日本経済新聞電子版: “USJ, 転売チケットを無効に11月1日から”、2015/10/16, http://www.nikkei.com/article/DGXLASDZ16HXR_W5A011C1TI5000
- [4] サイゾーウーマン: “嵐ツアー、「チケット無効」退場でファン激震! 転売摘発も『紅白』30万円チケット流通”, 2015年

- 1月1日, http://www.excite.co.jp/News/entertainment_g/20141225/Cyzowoman_201412_post_14586woman.html
- [5] セキュリティ対策推進事業「本人確認をした属性情報を用いた社会基盤構築に関する調査研究」調査報告書：p.16, (平成25年3月)
- [6] 今岡仁, 溝口正典, 原雅範: 安心安全を守るバイオメトリクス技術: 情報処理, Vol.51, No.12, pp.1547-1554 (2010)
- [7] 瀬戸洋一: バイオメトリクスセキュリティ認証技術の動向と展望: 情報処理, Vol.47, No.6, pp.571-576 (2006)
- [8] 外昌弘: 我が国金融機関におけるバイオメトリック認証技術の活用について: 情報処理, Vol.47, No.6, pp.577-582 (2006)
- [9] 坂本静生: バイオメトリクス製品とソリューションの現状と展望: NEC 技報, Vol.63, No.3, pp.14-17 (2010)
- [10] IPA (独立行政法人情報処理推進機構): 生体認証導入・運用の手引き, pp19-21 (2013/1)
- [11] 法務省: 出入国審査における顔認証技術評価委員会: 日本人出帰国審査における顔認証技術に係る実証実験結果 (報告): 平成26年11月18日, <http://www.moj.go.jp/content/001128805.pdf>
- [12] Okumura, A., Hoshino, T., Handa, S. and Nishiyama, Y.: Identity Verification of Ticket Holders at Large-scale Events Using Face Recognition, IPSJ Transactions on Consumer Devices & Systems, Vol.7 No.2 (2017/5/25)
- [13] 奥村明俊, 星野隆道, 半田享, 西山雄吾, 田淵仁浩; ノンストップ顔認証システムによる大規模イベントのチケット本人確認の性能改善: 情報処理学会研究報告; vol.2017-CDS-19, no.19, pp.1-8, (2017/5/18).
- [14] 人工知能学会 2015年度現場イノベーション賞金賞受賞, (2016/6/24), <https://www.ai-gakkai.or.jp/about/award/#INNOVATION>
- [15] fringe watch :バーコードやQRコードを使わず、オフラインのスマートフォン上で「電子もぎり」を実現した「tixee」のチケットレス票券管理システム, (2016/6/30) <http://watch.fringe.jp/2013/0613200357.html>
- [16] 甲斐根功, 佐々木良一, 斎藤泰一: 匿名性を持つ譲渡禁止電子チケットシステムの提案と評価: 情報処理, Vol.47, No.7, pp.2267-2278 (2006)
- [17] JR 東日本: 乗車券の無札及び不正使用の旅客に対する旅客運賃・増運賃の收受: 旅客営業規則, 第2編旅客営業 -第7章乗車変更等の取扱い-第3節旅客の特殊取扱い-第2款 乗車券類の無札及び無効
- [18] 長坂晃朗: 社会インフラとしての適用に向けた生体認証の新展開〜ウォークスルー型指静脈認証を例に〜: 第6回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, (2016/11)
- [19] FACE RECOGNITION HOMEPAGE VENDORS, <http://www.face-rec.org/vendors/>
- [20] NIST: Face Projects; <https://www.nist.gov/programs-projects/face-projects>
- [21] NEC: NECの顔認証, <http://jpn.nec.com/face/>
- [22] 今岡仁: NECの顔認証技術と応用事例, 情報処理学会研究会報告, Vol.2013-CVIM-187, No. 38, pp. 1-4 (2013/5/30)
- [23] Every Entertainment Inc.: ももクロチケット:顔写真の基準について, <https://momoclo-ticket.jp/mp/ps>
- [24] 株式会社テイパーズ: 顔認証 <https://www.tapirs.co.jp/face-authentication.html>
- [25] 株式会社テイパーズ: 当日発券 <https://www.tapirs.co.jp/unveil-ticket-detail-on-the-exact-show-day.html>
- [26] 産総研: 日本の明るさの基準を作ろう; http://www.aist.go.jp/science_town/standard/standard_03/standard_03_04.html