

トリガー情報を活用したコミュニティ型検定システムの実現

角間 実¹ 仲倉 利浩¹ 村瀬 結衣¹ 杉浦 一徳¹

概要：従来の検定試験は、公平さを保つ為に閉じられた空間のもとで行われ、その検定出題内容も永続的ではなく、事前に定められた範囲の中で行われ、多種多様な検定同士が持つ相互関連性を無視し、個々の検定として独立した形で存在した。本研究では、従来の検定試験環境がもつ 1) 検定空間の閉鎖性 2) 出題範囲の拘束性 3) 生涯学習としての永続性の欠如 4) 検定分野の細分化と独立化から生じる相互関連性の欠如という 4 つの課題を克服するコミュニティ志向型検定アプリケーション RALLIES の開発を行った。RALLIES では、検定コミュニティという抽象化のもとでそれぞれの課題に対して、1) 実世界でシームレスに行えるセンサー型検定出題トリガー機構 2) 実世界での体験型出題環境を構築する検定出題環境 3) 連続性・永続性を可能にする経験値型検定評価手法 4) 検定分野の関連性を考慮した検定データベースの構築という解決を行った。

Realization of the community base "KENTEI" system using trigger information

MINORU KAKUMA¹ TOSHIHIRO NAKAKURA¹ YUI MURASE¹ KAZUNORI SUGIURA¹

1. はじめに

従来の検定試験は、公平さを保つ為に閉じられた空間のもとで行われ、その検定出題内容も永続的ではなく、事前に定められた範囲の中に留められている。これにより、多種多様な検定同士が持つ相互関連性が失われ、個々の検定として独立した形で存在するに至った。本研究では、この従来の検定試験における 1) 検定空間の閉鎖性 2) 出題範囲の拘束性 3) 生涯学習としての永続性の欠如 4) 検定分野の細分化と独立化から生じる相互関連性の欠如という 4 つの課題を克服するコミュニティ志向型検定アプリケーション RALLIES の開発を行った。

検定空間の閉鎖性とは、検定試験の多くが教室の様な閉ざされた場所で、そしてその場所で実施可能な範囲でのみ行われているという、二重の閉塞性を示す。

受検者の技量の測定において、不正を防ぎ、合格者の技量の質を担保する事を目的とし、この構成が使用されてき

た為である。

だが検定空間が閉鎖する事で、実世界の技量を測るという目的から離れ、検定試験は筆記試験によって、ある時点での記憶の量を測る為のものとなっている。閉鎖空間における閉ざされた範囲においてではなく、実社会と関連した形で実現された検定試験が必要である。

出題範囲の拘束性とは、出題範囲が出題時毎に設定した範囲に留まり、突発的に必要になったものや、事象の変化に対応が出来なくなっている事を示す。

また、検定試験の中には、実技試験を含むものもあるが、運営者が目視等で計測をする必要があり、運用コストがかかる。そのため、既存の検定試験は主に筆記試験で技量を測っているが、それだけでは技量を測るには足りない。より多くの検定試験で知識だけでなく、体験や経験を測る為の機構が必要である。

生涯学習としての永続性の欠如とは、既存の検定試験が、試験（主に筆記試験）というゴールを設定する為、そのゴールに至る（合格をする）事で学習を終える事を示す。学習に終わりではなく、受検者の学習意欲を保持・継続させる為の機能が必要である。

検定分野の細分化と独立化から生じる相互関連性の欠如

¹ 慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科
kakuma@kmd.keio.ac.jp
nakabu@kmd.keio.ac.jp
yuicholina@kmd.keio.ac.jp
uhyo@kmd.keio.ac.jp

とは、個々の検定が、それぞれの分野で留まり、検定同士の相互性が無い事を示す。

検定分野は多岐に渡り、その分野同士は密接に関連している。既存の検定試験はそれぞれの分野が独立しすぎていて、分野間の関連や、そこから派生する新しい分野への関心を喪失している。

検定という枠組みにとらわれる事なく、新しい分野への関心を想起させる為に、検定試験同士の関連性を表現する機能が必要である。

2. 先行サービス

1章で述べた課題に関連した、既存のサービスを調査した。

2.1 TOEFL [2]

電子化され、また筆記試験以外を測定内容とする検定試験として、英語のコミュニケーション能力を測る TOEFL を調査した。TOEFL は筆記試験と並行をして、スピーキング（会話）が課題とされている。試験はヘッドホンを利用し、音声で出題をされた問題に対して口頭で答える。口頭で答えた音声は管理者に送付され、英語のネイティブスピーカーによって採点される。

ネイティブスピーカーが実際に音声を聞き、採点をするので、判定が難しいイントネーションの判断まで、非常に品質が高い形で実現されている。しかし、マンパワーに頼っているのが、運用コストが高いのが問題である。TOEFL は合格という指標を設けていない為、満点という、合格を目指す検定試験と比べると継続性がある。

2.2 CheckiO [1]

プログラマーのみが登録出来る、インターネット型学習システムである。様々な課題に対してプログラムコードを入力する事で得点を得る事が出来る。問題形式がテキスト入力や選択式ではなく、実際のコードを入力し、内部的に実行した結果を元に採点する仕組みとなっている。本来特別な開発環境が必要なプログラミングを行う為の環境をブラウザのみで試せるので、手軽にプログラミングの楽しさを知る事が出来、ゲームとしてのプログラムを楽しむ事が出来る。

問題点としてインターネット上での検定であるため、実社会との関係性が薄く、ゲームとしての課題に終始している点である。

2.3 NFC QUEST [3]

イベント向けのスマートフォンの NFC(RFID) センサーを活用した、スタンプラリー向けサービスである。利用者同士で複数のユーザーが集まる事で解決する課題があり、ユーザー同士のコミュニケーションを活発化させ、導入さ

れたイベントへの興味を持ちやすい機能を有する。

問題点は、NFC のみを利用している為、国内で高いシェアを誇る iPhone が利用出来ない点である。

2.4 長崎歴史文化観光検定 [5]

日本中で商工会議所主催で実施をされている”ご当地検定”の一つである。上位合格者はホームページで記載の上、上位合格者向けのコミュニティを作成し、利用者の興味を引いている。過去にはスマートフォン向けのアプリケーションを提供しており、他のご当地検定と比較し、先進的な技術を率先して取り入れている。

アプリケーション開発は高額で、また継続的な利用や結果が必要になり、運用が困難である事が推測される。現状の筆記試験をベースにした検定試験だけでは検定空間が閉鎖しているため、”ご当地検定”主催者がの目的である、現地への集客を達成する事が困難である。

3. コミュニティ型検定システムの設計

1章で述べた課題を解決する為に、”RALLIES”では、

- (1) 実世界でシームレスに行えるセンサー型検定出題トリガー機構
- (2) 実世界での体験型出題環境を構築する検定出題環境
- (3) 連続性・永続性を可能にする経験値型検定評価手法
- (4) 検定分野の関連性を考慮した検定データベースの構築の4点の解決を行った。

3.1 実世界でシームレスに行えるセンサー型検定出題トリガー機構

センサーを用いた実体験での回答をコンピュータ単独で実施される課題への回答と同列に扱う事を目指す。センサーを用いて体験を伴う回答をさせる事で、記憶ではなく、体験を通じた知識として定着をさせる事が出来、コンピュータ単独で実施される回答と比べ、興味を喚起する。

- 外部への持ち運びが可能であり、センサーを使った検定機能プログラムを実装する
- 屋内での筆記試験に準じた試験に使用する事も想定し、アカウントを統一運用する
- 機器に付属の各センサーに応じて、トリガーとして制御する
- 検定運営者にセンサーと遂になるビーコンやタグを配布し、センサーを用いた検定を運用

3.2 実世界での体験型出題環境を構築する検定出題環境

3.1で示したセンサーを利用し、トリガー機構を使い、受検者の体験に付随した活動を課題として出題する環境である。出題者は実社会の体験と連動をした課題をセンサーを使い出題する事で、受検者の体験をコンピュータで取得し、回答として保存する。

- 課題は検定作成時から、時間に影響をされる事なく何時でも登録・変更出来る構造を作る
- 管理者が多くの環境で課題を編集出来る為に、ウェブサイトをベースとした管理画面
- 接触型センサーを用いたトリガー機構の実装
- 受検者に対してストレスを与えない操作性
- 受検者や回答が増えてもシステムの性能に影響を与えない環境

3.3 連続性・永続性を可能にする経験値型検定評価手法

筆記試験に合格した時点で学習を終えてしまう、既存の検定試験の構造に対し、技量に対する評価を経験値型にする事で、ゴールを合格に留めずに、永続性を持った学習環境を構築する。

経験値型にする事により、受験者同士で技量を比較しやすくなり、競争意識が生まれる事で学習への意欲が高まると共に、保持・永続させる事が出来る。

- 検定試験の課題同士が関連し、加点時に関連した検定試験にも加点される仕組み
- 関連は多岐に渡る可能性があり、1対1ではなく、無制限に関連する機能
- 関連している課題と、加点済みの検定を可視化する
- 合格点を設定せずに、経験値方式を採用する
- 経験値に応じて称号を設定

3.4 検定分野の関連性を考慮した検定データベースの構築

検定試験および課題同士が関連性がある事を可視化する。検定試験全体をデータベース上で一元的に管理し、それぞれに属する課題間の関連性を表す

- 検定試験を一元管理するデータベースを作成
- 全ての回答データは中央で管理をするサーバー上のデータベース
- 関連性を表現出来るデータベース（リレーショナルデータベース）
- 検定同士、課題同士の関連性を表現する

3.5 全体像

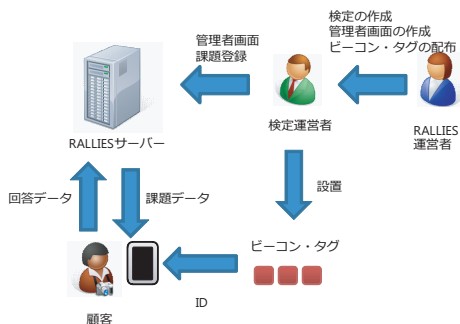


図 1 サービス全体像

RALLIESに関連をしたサービスの全体像を図1サービス全体像に示す。ビーコンは、顧客のデバイスが持つセンサートリガーに対して信号を発する機構の総称である。RALLIES運営者は、検定運営者に管理者画面の権限と、ビーコンを配布する。検定運営者は管理者画面にて課題を登録し、課題に合わせてビーコンを設置する。課題の中にセンサーを使った活動型の課題がある場合、ビーコンやタグの設置場所に行き、それらをトリガーとして利用し、課題に回答をする。

サーバーは、受検者の情報を管理し、複数の検定に関連した課題情報を保存する。受検者に合った課題や検定を提案し、回答データを保存出来る。

受検者が手で操作出来る端末を活用する事によって、位置情報が取得出来、非接触型センサーを用いる事で実現する。

ビーコンを用いる事によって、戸外での利用を前提とした、体験型検定の実現が可能となる。受検者が操作をしなくても、自動でトリガーが発生する仕組みを構築する。

4. コミュニティ型検定システムの実装

3章で述べた設計を実現する為に、

- (1) ウェブサービス
- (2) データベース
- (3) スマートフォン
- (4) RFID,BluetoothLE(以下BLE)を使ったビーコンの4点を実装した。

ウェブサービスは、ブラウザ上のみで検定試験を行う顧客向けの機能と、スマートフォン向けアプリケーションと通信をし、課題データを送付し、回答データを受け取る機能を実現する。

データベースは課題同士の関連性を表現する為に、ウェブサービスのバックエンドとして設計をした。

スマートフォン向けアプリケーションは、各スマートフォンにて、検定試験を行い、センサーを通してトリガーデータを取得する為に利用をされる。多くのユーザーへの利用を促すために、Android版と、iPhone版を作成した。

戸外での利用を考慮し、RFID,BLEを接触型デバイスとして活用した。

4.1 動作環境

本件で作成をした、ウェブシステムの動作環境を表1サーバーサイド構成に示す。iOS向けアプリケーションの動作環境を表2iOSアプリケーション構成に示す。Android向けアプリケーションの動作環境を表3Androidアプリケーション構成に示す。

4.2 機能一覧

検定システムを利用するユーザーには3つの区分がある。

表 1 サーバサイド構成

要素	内容
サーバー OS	Linux(CentOS release 6.4 (Final))
ウェブサーバー	Apache2.2.15
データベースサーバー	Mysql5.1.69
ウェブ言語	Ruby 2.0
フレームワーク	Rails 4.0.4

表 2 iOS アプリケーション構成

要素	内容
開発環境	XCode5
開発言語	Objective-C
端末	iPhone,iPad
動作環境	iOS7.0 以上

表 3 Android アプリケーション構成

要素	内容
開発環境	Eclipse 4
開発言語	Java
端末	Android4.3 以降 (BLE 対応の為)

- (1) 受検者
- (2) 検定管理者
- (3) RALLIES 管理者

受検者が利用可能な機能を表 4 に示す。検定管理者は、RALLIES 管理者から権利を委託され、該当する検定について登録・編集を行う。検定管理者が有する機能を表に示す。RALLIES 管理者は、個々の検定を管理し、また外部の検定管理者に対して検定を管理する権限を委託する。RALLIES 管理者が有する機能を表 6 に示す。

表 4 ユーザー機能一覧

要素	内容
ログイン機能	Facebook によるログイン機能
トップページ	検定試験概要を表示
検定一覧	現在稼働中の検定試験を表示
課題一覧画面	検定に付随した課題の一覧および、同検定試験の点数上位ランキングを表示
課題回答画面	各課題に応じた回答画面を表示

表 5 検定管理者機能一覧

要素	内容
ユーザー管理機能	管理をしている検定に関連をした受験者情報の編集および、属性情報を閲覧する。
検定編集機能	検定の属性情報を編集する機能
課題管理機能	課題の登録・編集関連設定機能
称号管理機能	検定に付随をした称号の編集機能

表 6 RALLIES 管理者機能一覧

要素	内容
ユーザー管理機能	受験者情報の編集および、属性情報を閲覧する
検定管理機能	検定試験登録・編集機能
課題管理機能	課題の登録・編集・関連設定機能
称号管理機能	検定に付随をした称号の編集機能

4.3 センサー使用時のデータ遷移

図 2 の出題から回答時のデータ遷移に示す様に、アプリケーションに課題を送信し、トリガーを元にした回答をデータベースに登録する。

本システムのトリガー毎の差異を吸収するために、リフレクションを採用した。センサー毎のキーコード (rfid,ble 等) を文字列データとして渡し、そのデータを元に必要なクラスをロードする。

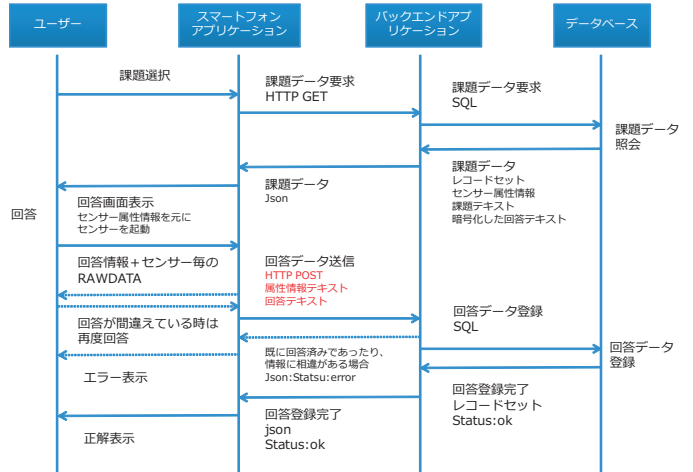


図 2 出題から回答時のデータ遷移

4.4 RFID タッチセンサー・BLE を用いたトリガー

RFID を用いる事で、従来から使われているバーコードや 2 次元バーコードを、カメラや直接的なリーダを使わず、安価に非接触で同様の操作が行え、主に物品にタグ付け可能となる。

図 3 様々な RFID タグを用いて接触サービスを実現した。図 4 実際のタグ実装に示す様に、自分で作成した紙やイラストの裏側に貼り付ける事も可能である。また、課題の性質によってはそこに接触する事を明示せずに、顧客に接触場所を探すという試みも可能である。

BLE を用いたトリガー機能を実現した。

4.5 課題同士の関連図

図 5 課題同士の関連にユーザー、課題、課題の回答、検定間の関連を記したテーブル図を示す。課題同士が関連する事を表現する為に、検定試験、タスク (課題)、ユーザー、タスク回答結果がそれぞれ多対多 (複数要素と複数要素で



図 3 様々な RFID タグ



図 4 実際のタグ実装

関連)で接続される。

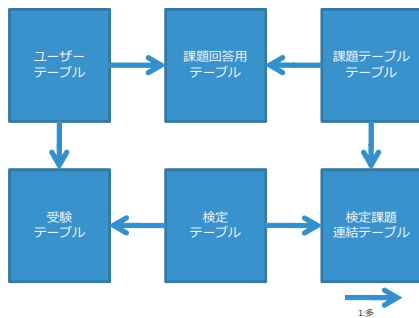


図 5 課題同士の関連

5. 評価

実世界での体験型出題環境を構築する検定出題環境で述べた、「受験者に対してストレスを与えない操作性」と「受験者や回答が増えてもシステムの性能に影響を与えない環境」を検証する為に、スケーラビリティに関する評価と、先行サービスとの比較評価を行った。

5.1 スケーラビリティに関する評価

ユーザー数、課題数の増加に応じたディスク容量の増

加と、ウェブサーバーの応答速度を検証する為の実験を行った。

5.1.1 調査方法

テストデータの作成の為に、サンプルデータ作成用ライブラリである、forgery および、日本語辞書ファイルに対応する為の、forgery ja を使用した。forgery は、サンプルデータを作成する時に、辞書ファイルや自動生成により、データを作成するソフトウェアである。

データ登録後の容量確認手法として、mysql 上のデータ容量取得コマンドを使用した。また、応答速度の検証の為、apache 提供のパフォーマンスチューニングコマンド ab を利用した。

5.1.2 テスト用データ

容量および接続速度を検証する為に、表 7 検証用データに示す値で、テストデータを作成した。

表 7 検証用データ

目的	ユーザー数	回答数
初期データ	0 名	0 問
容量検証用データ	10000 名	1-30 問
接続速度検証用データ	1 名	10000 問

5.1.3 実験の結果・考察

表 8 容量結果データ

テーブル	レコード数 (件)	容量 (Byte)	インデックス容量 (Byte)
初期データ			
ユーザー	0	32,768	16,384
回答用	0	32,768	16,384
容量検証用データ			
ユーザー	10,000	1,720,320	1,589,248
回答用	165,678	28,950,528	18,399,232
接続速度検証用データ			
ユーザー	10,000	32,768	16,384
回答用	165,678	2,30,144	1,589,248

表 9 接続速度結果データ

目的	回答速度 (トップページ)	回答一覧ページ
初期データ	1.429sec	2.044sec
容量検証用データ	13.460 sec	20.678 sec
接続速度検証用データ	4.065 sec	28.574 sec

ディスク容量の測定結果を表 8 容量結果データに示す。サーバーからウェブページを取得する時のレスポンス速度を、表 9 接続速度結果データに示す。

容量結果テストについて、容量検証用データを読み込んだ時に、テキストをベースに構成されているため、増えた容量はインデックスを含めても 50MByte 足らずであった。

接続速度テストについて、接続速度検証用データを読み込んだ時に、応答に最大で 28sec かかった。実運用時はサーバー機能の増設および、インデックスの見直しが必要である。

5.2 先行サービスとの比較評価

RALLIES と先行サービスとの機能面での比較を行った。主に先行サービスの優位な部分を通して、RALLIES の現状、同機能について今後の展望について考察を行った。

各サービスと RALLIES を表 10 各サービスとの比較で示す形で行った。

表 10 各サービスとの比較

検定	RALLIES	TOEFL	CheckiO	NFC QUEST	長崎歴史文化観光検定
開放性	○	×	×	△	△
永続性	○	△	○	×	×
拘束性	○	×	○	△	×
相互関連性	○	×	×	×	×

5.2.1 TOEFL との機能的評価

TOEFL について、スピーキングのテスト以外は、1 章で触れた、既存の検定の問題点をそのまま含み、RALLIES に優位性がある。

TOEFL が優れている点として、採点をマンパワーで行っているため、柔軟でかつ、ネイティブスピーカーが実際に視聴の上採点をするので、英語の発音の採点方法としては非常に優れている。

だが、人に頼る方法は非常にコストがかかる。

RALLIES を使用し、TOEFL と同等の検定を行う場合、受験者の音声を機械解析をした結果をトリガーと取る事になる。

機械解析の能力に依存する事になり、また音声による回答は内容が無制限の為、柔軟に回答を抽出出来ない可能性がある。

5.2.2 CheckiO との機能的評価

CheckiO について、インターネットを使った学習システムであるため、実世界での活動を捕捉しているとは言えない。

だが、実際にプログラムを入力し、それらを実行出来る環境を作っているため、擬似的にはあるが、活動を捕捉している。

この様に、インターネット上に擬似的に行った活動をプログラムが捕捉し、活用するサービスは今後も増え続ける事が予測される。

擬似的な活動を捕捉する事は、実社会の活動を捕捉する事に比べコストが低く、また実現時のサービス対象が実社会を対象にするよりも広い。

5.2.3 NFC QUEST との機能的評価

NFCQUEST は、イベント向けのアプリケーションである。RALLIES と比較する上で、一番の違いは結果の活用方法にある。

NFCQUEST はイベント向けであるため、その場で使用をし、その結果データは削除される形が望ましい。

RALLIES では、全ての回答データは継続的な学習と、受験者の技量の可視化に使われる。

5.2.4 長崎歴史文化観光検定との機能的評価

ご当地検定の一番の売りは、初期段階から受験者が検定対象に対して大きな興味があり、出題をされる課題について、学習をはじめの前から、検定分野について受験者が認知している事が多く、興味が促進しやすい環境である事が想定される。

RALLIES では、この学習をはじめの前から、検定分野について認知している状態を可視化する事により、同じ様に興味が促進する環境を構築する。

6. 今後の取り組み

今回の実装では、RFID, BLE をトリガーとして扱った。AR を使った画像によるトリガーや、マイクおよび音声を元にしたトリガー等、実装可能なセンサーがあり、これらの対応を予定している。

また、現状は閉鎖された状態を担保した検定試験には対応しておらず、技術の質を担保した検定にも対応をする為、実装が必要である。

本システムは体験をトリガーとして取得する為に、ピーコンを設置する必要がある、場所と深く連携をした”ご当地検定”等での実装を行う。

展望として、実際に大規模な催事イベントで導入し、活用の幅を広げる。

参考文献

- [1] CheckiO. Checkio. <http://www.checkio.org/>.
- [2] TOEFL. Toefl. <http://www.ets.org/jp/toefl>.
- [3] ブリリアントサービス. Nfc quest. <http://www.brilliant-service.co.jp/nfcquest/>.
- [4] 椎尾 一郎・早坂達. モノに情報を貼りつける : Rfid タグとその応用. 情報処理, 2000. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110002763998>.
- [5] 長崎商工会議所. 長崎歴史文化観光検定. <http://xn-mbtr7as8xxv8b.jp/>.