

以觸控手勢為基礎之 CAPTCHA 設計

陳昱翰 徐豐明

國立臺中科技大學多媒體設計系

Jericho229@gmail.com、fms@nutc.edu.tw

摘要

驗證碼是一種用來防範網路資源濫用的技術。現行行動網頁認證系統多數仍沿用桌上型電腦的閱讀式 CAPTCHA 進行認證程序，然而受限於螢幕尺寸與操作空間等因素，進而導致行動裝置用戶的驗證困難。針對上述問題，本研究提出以觸控手勢為設計概念的驗證技術稱之為 Gesture CAPTCHA。Gesture CAPTCHA 以手勢指令圖取代文字驗證圖，透過手指點擊觸控螢幕進行方位移動、旋轉、縮放等手勢指令作為驗證手段，充分發揮觸控螢幕的特性提供較為直覺的操作環境，藉由滑動手勢認證改善傳統行動裝置網頁驗證過於費時的詬病，也能避免光學文字辨識技術的破解，進而改善行動裝置網頁驗證的使用性與安全性。

關鍵詞：驗證碼，資訊安全，行動裝置，多點觸控手勢。

Abstract

CAPTCHA has been widely used for preventing malicious programs to access web resources automatically. The prevalence of CAPTCHA is text-based. However, with the limitation of screen size or input space, text-based CAPTCHA is not practical on mobile devices. Consequently, we proffer Gesture CAPTCHA, which utilizes the touch screen features of mobile devices. We use gesture illustration to replace traditional text-based CAPTCHA, include direction move, rotation, and zoom by touching. By decomposing execution phase into three different gestures to test and verify, Gesture CAPTCHA is more intuitive and gives full play to the characteristics of touch screen. Moreover, it avoids OCR (Optical Character Recognition) cracked. In sum, Gesture CAPTCHA improves CAPTCHA in mobile usability and security.

Keywords: CAPTCHA, Information Security, Mobile Device, Multi-Touch Gesture.

1. 前言

1.1 研究背景

近年資訊產業蓬勃的發展，智慧型行動裝置結合網際網路的相關應用服務不斷推陳出新，而在網際網路發達的時代有部分人士利用不正當的自動化程式(Automated Programs)造成網路資源的浪費，利用網路及電腦作為犯罪工具之行為是一種因科

技演進而產生的罪犯，其犯罪行為多半和網路安全有關，像是發送垃圾信件、占用網路資源、網路自動購票等惡意行為。CAPTCHA(Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart)便是一種用來防範惡意程式攻擊，辨識網路資源是否被正當使用的驗證技術。

1.2 研究動機

目前網路上常見的 CAPTCHA 驗證方式以閱讀式 CAPTCHA、圖像式 CAPTCHA、聲音式 CAPTCHA 等三種型式為主。行動裝置已成為現代人從事網路活動的主要裝置之一，但針對行動裝置所設計的網路驗證機制卻尚未成熟，行動裝置在瀏覽網頁時所採用的驗證機制仍沿用過去替桌上型電腦所設計的閱讀式 CAPTCHA 為主如圖 1，礙於硬體規格限制，螢幕尺寸過小容易造成複雜圖像的辨識困難與虛擬鍵盤輸入費時等使用者之負擔。為改善行動裝置驗證的使用性，本研究提出名為 Gesture CAPTCHA 的驗證機制，希望提供使用者更容易使用的行動裝置驗證服務。



圖 1 Yahoo 手機登錄驗證範例[1]

1.3 研究目的

CAPTCHA 的用途是透過電腦分辨受測者是人類還是電腦自動化程式，藉此防止不當的網路資源浪費，好的 CAPTCHA 應具備以下條件[2]：(1)就系統的觀點而言必須具備一定程度的安全性，防止現行自動化程序破解。(2)在設計的議題上則要考慮人眼的辨識性，易於使用者辨別。(3)容易產生。本研究便針對(1)、(2)兩點，希望利用智慧型行動裝置觸控式螢幕的特性，設計出更適合智慧型手機使用的 CAPTCHA 系統，並保持一定水準的安全性。

2. 文獻探討

本章節先探討 CAPTCHA 的發展在介紹現有 CAPTCHA 在網頁平台與智慧型手機上的應用。

2.1 CAPTCHA

最早實作出 CAPTCHA 的是 Alta-Vista 網路搜尋引擎公司所開發，在 1997 年為了防止網址(URL) 註冊服務遭到濫用，由系統亂數產生字母及數字將其轉為圖片，要求使用者按照圖片中文字的排列順序輸入，符合即可通過驗證。到了 2000 年 Yahoo 為了解決自動惡意程式進入聊天室散播不當訊息進而委託卡內基美隆大學 (Carnegie Mellon University) 設計一套有效的阻絕機器人加入到聊天室的防禦機制如圖 2 [3]。



圖 2 Gimpy-r[3]

2.2 常見的 CAPTCHA

本節將介紹閱讀式、圖像式、聲音式，等三種常見的 CAPTCHA 驗證機制、分別藉由不同機制來防止不當的使用網路資源。

2.2.1 閱讀式 CAPTCHA

現有閱讀式 CAPTCHA 多以一張圖片結合一個文字編輯方塊與說明文字所組成，操作方式以使用者閱讀完圖片內的單字後將內容輸入至文字編輯方塊中進行驗證如圖 3，其內容以英文字母與數字所組成，配合扭曲文字以增加破解的難度提高安全性。



圖 3 Yahoo 閱讀式驗證範例[1]

2.2.2 影像式 CAPTCHA

影像式 CAPTCHA 多以圖片配合問題所組成以 ASIRRA CAPTCHA [4] 為範例，它是由 12 張圖片及一個問題和提示組成，受測者必須根據問題找出相對應的圖片並做點選的動作來通過此影像式 CAPTCHA 驗證以如圖 4 所示。



圖 4 ASIRRA 影像式驗證範例[4]

2.2.3 聲音式 CAPTCHA

圖 5 的聲音式 CAPTCHA 範例是以一張涵蓋提示內容配合重播文字按鈕的區塊和一個文字編輯方塊所組成，此 CAPTCHA 的驗證流程是將系統回饋的數字聲音輸入至文字編輯框來進行驗證程序，不同於閱讀式 CAPTCHA 與影像式 CAPTCHA 的地方在於此驗證程序主要是提供聲音回饋給讓使用者進行驗證。



圖 5 Yahoo 聲音式驗證範例[1]

2.3 以觸控螢幕為基礎的 CAPTCHA

隨著輸入設備的發展，CAPTCHA 開始以觸控設備作為輸入裝置，如 Drawing CAPTCHA [5] 與 Highlighting CAPTCHA [6]，兩種都是以雜訊點、線段作為背景要求使用者透過觸控螢幕來描繪出規定的圖形或文字來通過驗證。

Joss Crowcroft 設計的 Motion CAPTCHA [7]，是一種透過描繪指定圖示作為驗證手段的驗證機制，Motion CAPTCHA 以一組提示文字、一個觸控描繪方框與確認按鈕所組成，使用者要依照繪製區塊所提示的形狀並以黑點為出發點做相似的形狀描繪，系統會根據使用者繪製路徑的起始點、方向性、路徑交叉點等方式進行判斷如圖 6 所示。

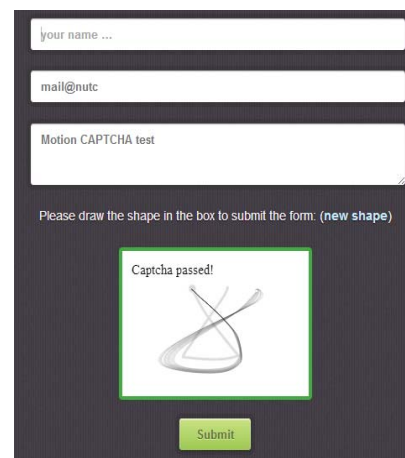


圖 6 Motion CAPTCHA 範例[7]

2.4 以 3DModel 為基礎的 CAPTCHA

學者 I.F. Ince 等人提出 3D Interactive CAPTCHA[8]，是一種運用滑鼠拖曳控制 3D 立體方塊旋轉，藉此了解 3D 立體方塊 6 個面上的字母，並藉透過鍵盤輸入所對應的字完成驗證模式如圖 7 所示。

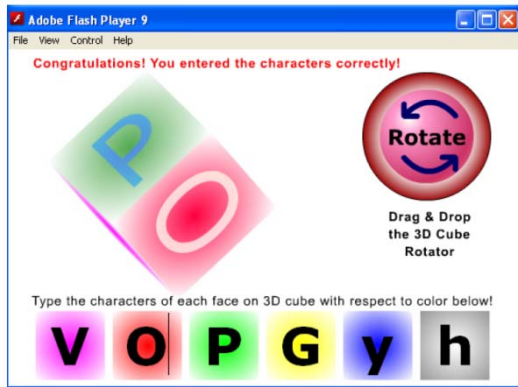


圖 7 3D Interactive CAPTCHA 範例[8]

學者林明慧所提出的 CAPTCHA Zoo [9]，是基於影像處理對於相似圖形的判斷能力不如人類的雙眼，利用兩種相似的 3D 模型作為辨識主體，每個 3D 模型都以不同的角度、尺寸、陰影並以隨機位置擺放至螢幕中造成部分 3D 模型重疊以提高影像處理的破解難度、增加安全性，驗證方式採取點選總數較多的動物來完成驗證如圖 8 所示。



圖 8 CAPTCHA Zoo 範例[9]

3. Gesture CAPTCHA

本章節提出以觸控手勢為設計基礎的驗證機制稱之為 Gesture CAPTCHA，並介紹設計概念、驗證手勢設計與介面設計。

3.1 設計概念

CAPTCHA 的相關應用雖多，但目前行動裝置上常見的 CAPTCHA 仍沿用桌上型電腦的設計。CAPTCHA 是用來防止惡意程式的自動攻擊，在防止惡意攻擊的同時也須將使用者的易用性納入考量，以閱讀式 CAPTCHA 為例，市面上常見的閱讀

式 CAPTCHA 為了增加安全性、防止光學文字辨識 (Optical Character Recognition) 或相關影像處理技術破解，便利用雜訊、扭曲、翻轉、切割等手段作為防範機制，但在設計的議題上應將人眼辨識度納入考量，過度的干擾則會造成使用者的負擔影響使用者通過驗證如圖 9 所示。



圖 9 難以辨識的 CAPTCHA 範例[10]

另一方面行動裝置有較為嚴苛的硬體限制如螢幕尺寸造成虛擬鍵盤點選不易等，在進行圖像式 CAPTCHA 時若辨識主體不夠明確易造成使用困難，而進行閱讀式 CAPTCHA 時則因為操作空間有限造成輸入上的不便如圖 10。基於上述問題，本研究提出以觸控手勢為基礎的 Gesture CAPTCHA 來改善現行 CAPTCHA 在行動裝置上不易使用的詬病。



圖 10 虛擬鍵盤與實體鍵盤差異範例

3.2 Gesture CAPTCHA 驗證手勢設計

Gesture CAPTCHA 以單點或多點觸控進行點擊、滑動等手勢操作來完成驗證系統所要求之手勢指令。手勢種類共分為三大類型(1)上、左、下、右與相互延伸之方位滑動。(2)順、逆時針旋轉滑動。(3)手指伸展與內縮滑動。藉由三大類手勢與多點觸控進行組合即可衍生出多種手勢變化提高安全性，如圖 11 所示。

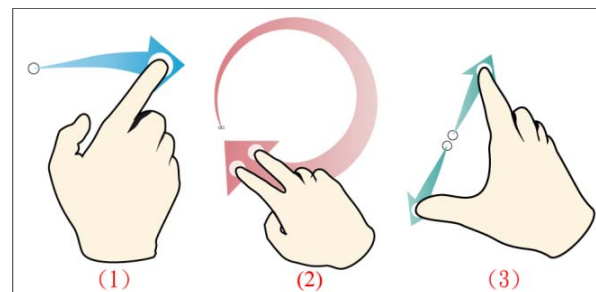


圖 11 手勢指令圖範例

3.3 Gesture CAPTCHA 介面設計

Gesture CAPTCHA 的使用者介面如圖 12 所示共分為四個主要區塊，功能說明如下：

- (1) **系統文字訊息(圖 12 - a)**：區塊(a)顯示 Gesture CAPTCHA 驗證回饋訊息，提供使用者確認是否通過驗證程序。
- (2) **驗證手勢指令(圖 12 - b)**：區塊(b)為驗證手勢指令圖示，內容將根據系統隨機順序進行排序，使用者再根據提示圖做出對應手勢已完成驗證。
- (3) **驗證完成度示意圖(圖 12 - c)**：區塊(c)為使用者驗證進度示意圖，提供使用者查閱驗證進度與通過項目。
- (4) **系統功能按鈕(圖 12 - d)**：區塊(d)提供使用者在驗證過程中可利用重製按鈕來重新進行驗證程序，當完成驗證程序後點擊提交按鈕即可獲得區塊(a)之回饋訊息確認是否通過驗證。



圖 12 介面功能示意圖

4. Gesture CAPTCHA 實作

本研究運用 Unity 3D 進行 Gesture CAPTCHA 離型系統實作並以 C# (Programming Language)作為腳本語言，Unity 3D 是一套跨平台的套裝引擎，可發佈於 Windows、Mac OS、iOS、Android 等各大平台運行。以下將介紹 Gesture CAPTCHA 的系統架構、系統流程、手勢辨識、實作成果展示與階段測試成果。

4.1 Gesture CAPTCHA 系統架構

Gesture CAPTCHA 系統架構如圖 13，共分為主系統控制器、手勢辨識模組、手勢偵測模組與後台資料庫，當使用者利用手機、平板電腦等行動裝置透過瀏覽器與網際網路連線至入口網頁後即可藉由 Gesture CAPTCHA 系統進行使用者驗證程序，防範網路資源遭自動化程式不當存取。

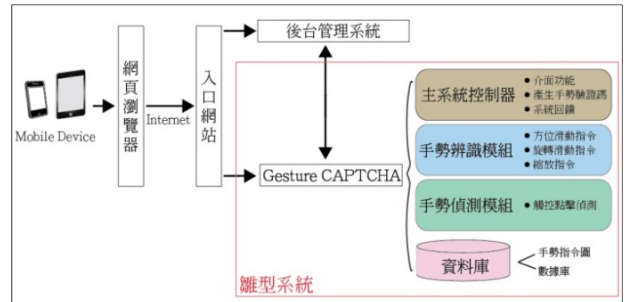


圖 13 系統架構圖

4.2 Gesture CAPTCHA 系統流程

Gesture CAPTCHA 的系統流程如圖 14，分為驗證圖產生程序與驗證程序等兩區塊敘述如下：

- (1) **驗證圖產生程序 (圖 14 - a)**：
 - Step1: 系統隨機從資料庫中載入手勢指令與相對應的示意圖。
 - Step2: 將手勢指令示意圖依序加入螢幕畫面。
 - Step3: 載入手勢偵測模組與手勢辨識模組。
 - Step4: 開始驗證程序。
- (2) **驗證程序 (圖 14 - b)**：當 Gesture CAPTCHA 開始驗證程序後使用者須依照手勢指令示意圖進行手勢驗證。每組手勢驗證碼共有 7 項手勢指令，當使用者正確完成 6 項以上手勢指令後點擊提交按鈕便可通過本驗證程序，若驗證失敗或點選重置按鈕則回到 Step1 進行驗證程序初始化的動作。

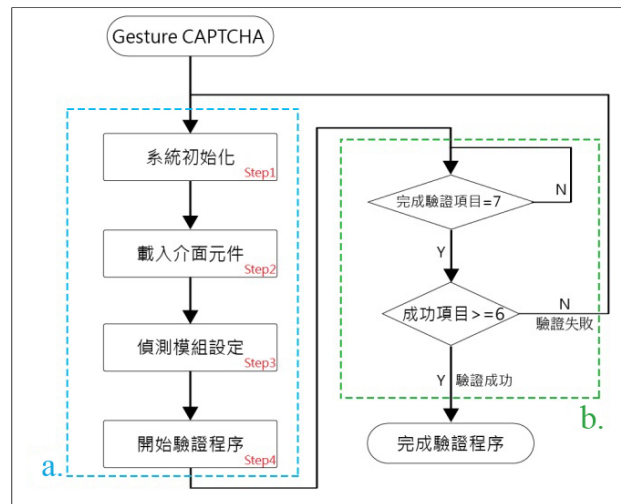


圖 14 系統流程圖

4.3 手勢辨識

目前 Gesture CAPTCHA 所運用的手勢指令以三種滑動手勢為主，利用手指點擊觸控螢幕取得單點或多點座標進行運算與條件判斷即可完成手勢辨識其說明如下：

- (1) **方位滑動判斷**：以單指方位滑動為例，假設手指點擊起始點為 (X_1, Y_1) 、結束點為 (X_2, Y_2) ，兩點連線斜率為 m ，透過線段斜率與條件判斷即可判定方位滑動手勢的正確性。

- (2) **旋轉手勢判斷**：透過手勢滑動過程中的斜率變化與條件限制即可判定旋轉手勢的正確性。
- (3) **縮放手勢判斷**：以兩指縮放滑動為例，假設兩指觸控點為 A 與 B，設 A、B 之初始距離為 D_1 ，滑動後 A、B 距離為 D_2 ，在取得 D_1 、 D_2 後再給予條件判斷即可判定縮放滑動手勢的正確性。

4.4 實作成果展示

本節將展示 Gesture CAPTCHA 雛型系統實作成果並搭配簡易帳號申請系統以提供較完整的驗證程序體驗，說明如下：

- (1) **使用者帳號申請**：使用者先進入 Gesture CAPTCHA 驗證系統主畫面如圖 15，在使用者輸入完帳號後點擊提交按鈕即可進入 Gesture CAPTCHA 驗證程序。



圖 15 帳號申請頁面

- (2) **開始驗證程序**：進入驗證程序後，使用者需依照指示圖所顯示的手勢指令進行滑動手勢操作以通過 Gesture CAPTCHA 驗證程序如圖 16 所示。

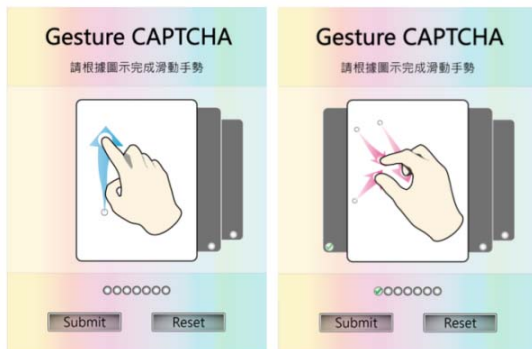


圖 16 Gesture CAPTCHA 驗證系統

- (3) **驗證成功**：當使用者完成所有驗證指令，並成功六項以上，系統將給予驗證成功之回饋訊息如圖 17 所示。



圖 17 驗證成功

本研究實際開發 Gesture CAPTCHA 並成功發佈到 Android 與 iOS 系統之行動裝置上執行如圖 18 所示。



圖 18 行動裝置執行畫面

4.5 實作測試與分析

Gesture CAPTCHA 仍在測試階段，本節便以驗證時間為指標，透過 Gesture CAPTCHA 雛型系統進行測試，探討觸控手勢對於行動裝置驗證是否有實質幫助以作為階段性成果報告。

本次測試以 Yahoo 網頁認證 [1]、reCAPTCHA[10]與 Gesture CAPTCHA 等三種驗證機制，各別進行 20 次實機測試，測試內容如下：

- (1) **測試環境**：以 Apple iPhone 4S，iOS 6 搭配行動版 Google Chrome 瀏覽器，進行實機測試。
- (2) **測試方法**：Yahoo 網頁認證與 reCAPTCHA 採用外部計時，Gesture CAPTCHA 則採取修改內部程式碼，加入僅顯示於驗證完成畫面的背景計時器進行驗證時間測試。
- (3) **測試流程**：三者皆以第一次點擊觸控螢幕作為驗證開始，直到驗證完成後點擊送出或登入按鈕之時間為止如圖 19 所示。



圖 19 驗證測試畫面

(4) **測試結果**:經由本研究作者個別進行 20 次實機測試，測試結果如下表 1，敘述如下：

表 1 實機測試成果表

	Yahoo 網頁驗證	reCAPTCHA	Gesture CAPTCHA
平均 時間	7.7 (秒)	9.3 (秒)	4.53 (秒)

本研究人員實際進行 Yahoo 網頁驗證實測，平均花費時間約為 7.7 秒。

學者 Luis von Ahn 等人提出 reCAPTCHA[11] 驗證系統，reCAPTCHA 的用戶測試報告指出，從使用者中隨機挑選 1000 位進行統計，平均驗證時間為 13.06 秒，經本研究人員進行實際測試，平均花費時間約為 9.3 秒。

Yahoo 網頁驗證碼為 6-8 碼英文與數字混和，reCAPTCHA 則採用兩組單一(純英文或純數字)字碼夾雜段落符號組成，兩者誤差時間與圖片複雜度、使用者習慣與驗證字碼組合造成英文與數字之間的虛擬鍵盤切換等因素皆相關，就相同輸入條件(虛擬鍵盤輸入)而言，兩項驗證系統對相同使用者應不具有太大差異。

Gesture CAPTCHA 是以手勢指令碼圖示作為驗證碼，並以觸控手勢作為輸入裝置，經由實際測試平均花費時間約為 4.53 秒。由階段性驗證測試可看出，Gesture CAPTCHA 藉由較為直覺的操作環境，能有效提升行動裝置驗證的速度。

5. 結論與未來展望

Gesture CAPTCHA 運用手勢指令進行驗證程序能夠改善研究目的之兩項指標：

(1) Gesture CAPTCHA 以手勢指令圖取代文字驗證碼，減少部分文字驗證碼難以辨識的問題，並有效的利用觸控螢幕之特性，對使用者而言手勢輸入提供更為直覺的操作環境，改善現行

閱讀式 CAPTCHA 在行動裝置上過於費時的詬病，提高易用性。

(2) Gesture CAPTCHA 採用多點觸控搭配手勢組合能產生多種手勢變化增加安全性，並有效避免光學文字辨識技術的破解。對於惡意自動化程式而言，多點手勢路徑的模擬難度也相對較高，藉此確保行動驗證的安全性。

本研究目前使用 Unity 3D 進行 Gesture CAPTCHA 系統開發並成功以 App 形式在 Android 與 iOS 系統上執行，但目前僅以多點觸控配合滑動手勢作為手勢指令，礙於現行智慧型手機螢幕以 3.5 到 5.5 吋為主，當手勢指令之手指總數大於 3 時仍會有不易操作之問題，未來改進方向便以減少手指操作數量為目的開發新手勢，並將 Gesture CAPTCHA 嵌入網頁平台進行更完整的測試。

參考文獻

- [1] Yahoo, "Yahoo 網頁驗證," Retrieved July 10, 2013, from <http://mlogin.yahoo.com/>.
- [2] C. Pope and K. Kaur, "Is It Human or Computer? Defending E-Commerce with CAPTCHA," 2005 IEEE IT Professional, Volum:7, Issue:2, pp. 43-49, March 2005.
- [3] Luis von Ahn, Manuel Blum, Nicholas J.Hopper, and John Langford, "CAPTCHA: Using hard AI problems for security," Advances in Cryptology – EUROCRYPT'03, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2656, Heidelberg:Springer-Verlag, pp. 294-311, May 2003.
- [4] J. Elson, J. Douceur, J. Howell, and J. Saul, "Asirra: a CAPTCHA that exploits interest-aligned manual image categorization," CCS '07 14th ACM conference on Computer and communications security, New York, USA, pp. 366-374, October 2007.
- [5] Shirali-Shahreza. M and Shirali-Shahreza. S, "Drawing CAPTCHA," 2006 28th International Conference on Information Technology Interfaces, Dubrovnik, Cavtat, pp. 475-480, June 2006.
- [6] Shirali-Shahreza. M, "Highlighting CAPTCHA," 2008 Conference on Human System Interactions, Krakow, Poland, pp. 247- 250, May 2008.
- [7] Joss Crowcroft, "MotionCAPTCHA v.02," Retrieved July 15, 2013, from <http://www.josscrowcroft.com/demos/motioncaptcha/>.
- [8] Ince I. F., Salman Y. B., Yildirim M. E., and Yang T. C., "EXECUTION TIME PREDICTION FOR 3D INTERACTIVE CAPTCHA," 2009 Forth International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology, pp. 1057-1061, Seoul, Korea, November 2009.
- [9] 林明慧, 應用於行動設備上 CAPTCHA 技術之研究(A Study of CAPTCHA Schemes for a Mobile Device), 銘傳大學資訊工程學系碩士學位論文, 2009。
- [10] Google, "reCAPTCHA," Retrieved July 21, 2013, from <http://www.google.com/recaptcha/learnmore>.
- [11] Luis von Ahn, Benjamin Maurer, Colin McMillen, David Abraham, and Manuel Blum, "reCAPTCHA: Human-Based Character Recognition via Web Security Measures," SCIENCE, vol. 321, no. 5895, pp. 1465-1468, September 2008.