

## مقاله پذیرفته شده

حاشیه‌نویسی تصویر مبتنی بر کپچا

شینیل کوان<sup>۱</sup>، سانگدوک چا<sup>۲</sup>

S0020-0190(17)30131-X :PII

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ipl.2017.07.009>

مرجع: IPL 5565

موجود است در: نامه‌های پردازش اطلاعات<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ~~شده~~ 25 می 2016

تاریخ بازبینی: ~~شده~~ 21 ژوئن 2017

تاریخ پذیرفته‌شده~~شده~~: 8 جولای 2017

لطفا این مقاله را در مطبوعات روبرو اتخاذ کنید: S. Kwon, S. Cha, CAPTCHA-based image annotation, Inf. Process. Lett.(2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ipl.2017.07.009>

این یک فایل پی‌دی‌اف یک مقاله ادیت نشده است که برای انتشار پذیرفته شده است. ~~بخوان سرویس رای خدمت به مشتریان مان~~ ما ~~در حال فراهم نمودن این~~ نسخه اولیه مقاله ~~هستیم~~ ارائه کرده ایم. مقاله تحت ویرایش ادبی، حروف چینی و بررسی اثبات نتیجه دهنده پیش از اینکه در شکل آخرش منتشر شود، ~~است~~ تحت ویرایش ادبی، حروف چینی و بررسی شواهد حاصل قرار می‌گیرد. لطفا به یاد داشته باشید که هنگام روند تولید، ممکن است ~~خطاهایی آشکار شود که بر روی محتوا و تمامی رفع کنندگان قانونی تاثیر بگذارد که وابسته به مجله هستند~~.

---

<sup>1</sup> Shinil Kwon

<sup>2</sup> Sungdeok Cha

<sup>3</sup> Information Processing Letters

# حاشیه‌نویسی تصویر مبتنی بر کپچا<sup>۴</sup>

شینیل کوان، سانگدوک چا

دانشکده اطلاع رسانی، دانشگاه کره، Anam-5-ga Seongbuk-gu، سئول، کره

## چکیده

با اینکه سرویس‌های حاشیه‌نویسی تصویر مبتنی بر جمع‌سپاری<sup>۵</sup> دقیق هستند، اما هزینه‌ی آنها به‌راحتی برای تخصیص دادن برچسب‌های مناسب بر روی تمامی تصاویر اینترنت، افزایش می‌یابد. در این مقاله، ما تکنیک حاشیه‌نویسی تصویر مبتنی بر کپچای عملی، کارآمد و دقیقی را ارائه می‌دهیم که به هیچ هزینه اضافی نیاز ندارد، یا ممکن است که هزینه مورد استفاده آن کم باشد. اگر بخش‌های چالش‌طوری اجرا گردند که بات‌ها به‌راحتی شکست بخورند، پس و تنها انسان‌ها می‌توانند بتوانند از آنها بگذرند. آن موارد ورود تصاویر بدون برچسب درون چالش‌ها و تحلیل پاسخ‌های موفق است که مزایایی را برای به‌دست‌مزایایی معادل با کسب‌وکار<sup>۶</sup> سرویس‌های جمع‌سپاری تشویق شده و آلودگی رایگان دارد. ما آزمایشی شامل با استفاده از 25 شخص را اجرا کرده‌ایم تا اثربخشی رویکرد را ارزیابی کند. نتایج بجز برخی از موارد که شرکت کنندگان بنا به انتظار خطای که داشته‌اند، بسیار معمولاً مثبت است، زیرا انتظار داریم که اشتباه وجود داشته باشد. برای توسعه به‌بود بیشتر دقت برچسب گذاری تصویر، مکانیزم بررسی متقابل<sup>۷</sup> برای از میان بردن موثر ریسک خطاهای انسانی ممکن، معرفی شده است.

کلمات کلیدی: کپچا، حاشیه‌نویسی تصویر، جمع‌سپاری<sup>۸</sup>، امنیت در سیستم‌های دیجیتالی

## 1. معرفی مقدمه

در کنار وجود نتایج مورد اطمینان گزارش شده توسط برخی از آخرین تکنیک‌های مختلف بینایی، (برای مثال 94 درصد دقت در گوگل‌نت<sup>۹</sup>)، هنوز به دخالت انسانی نیاز داریم تا تصاویر را با دقت حاشیه‌نویسی کنیم. ترک مکانیکی آمازون<sup>۱۰</sup>، شاید بهترین مثال رویکردهای وظایف هوش انسانی<sup>۸</sup> (HIT) باشد. همانطور که الگا<sup>۹</sup> و همکاران خویش بیان کرده‌اند، انسان حاشیه نویس آموزش دیده، می‌تواند هنوز مدل‌های الگوریتمی مناسب پیچیده را بهتر اجرا کند. اما، حتی با اینکه هر هزینه هر تصویر 0.01 دلار است، جمع‌سپاری هنوز برای پردازش حدوداً 1.8 میلیارد تصویر هزینه زیادی را دارد. این هزینه برای پردازش تصاویری است که در بسیاری از سرویس‌های شبکه‌ای اجتماعی<sup>۱۰</sup> (SNS) روزانه آپلود می‌گردد. بعلاوه با میلیاردها دستگاه موبایل در سرویس مشغول خدمات رسانی، داده‌های چندرسانه‌ای برای پردازش، شدیداً افزایش می‌یابند.

<sup>4</sup> Captcha based image annotation

<sup>5</sup> Crowdsourcing

<sup>6</sup> GoogleNet

<sup>7</sup> Amazon Mechanical Turk

<sup>8</sup> Human Intelligent Tasks

<sup>9</sup> Olga

<sup>10</sup> Social Networking Services

تحلیل دقیق چنین تصاویری، فرصت‌های کسب‌وکار عظیم را برای شرکت‌هایی چون فیسبوک، گوگل، مایکروسافت، فراهم می‌نماید. موتورهای جست‌وجو می‌توانند نتایج سریع‌تر و مربوط‌تری را برای پرس‌وجوها فراهم کنند. علاوه، تصاویر هنگامیکه هویت‌یابی کاربر یا آشکارسازی نقاب‌ها را اجرا می‌کنند، کاربرد دارند. تصاویر همچنین، هنگامیکه پیشنهاد می‌دهند که چه کسی را بعنوان دوست جدید اضافه کنیم، اطلاعات پرکاربرد را ارائه می‌دهند. در میان تمامی مزایای ممکن، تصاویر اگر در تولید تبلیغات هزینه‌بر و مورد هدف واقع شده استفاده گردند، بهترین متادیر قابل توجه‌ترین ارزش‌های کسب‌وکار مهم را تحویل می‌دهند. اما هنگامیکه با تشخیص چهره و راه‌حل‌های آشکار سازی ترکیب می‌گردند، ممکن است پیام‌های تبلیغاتی سفارشی را تنها به مشتریانی ارسال کنند که به احتمال زیاد محصول را خریداری نمایند.

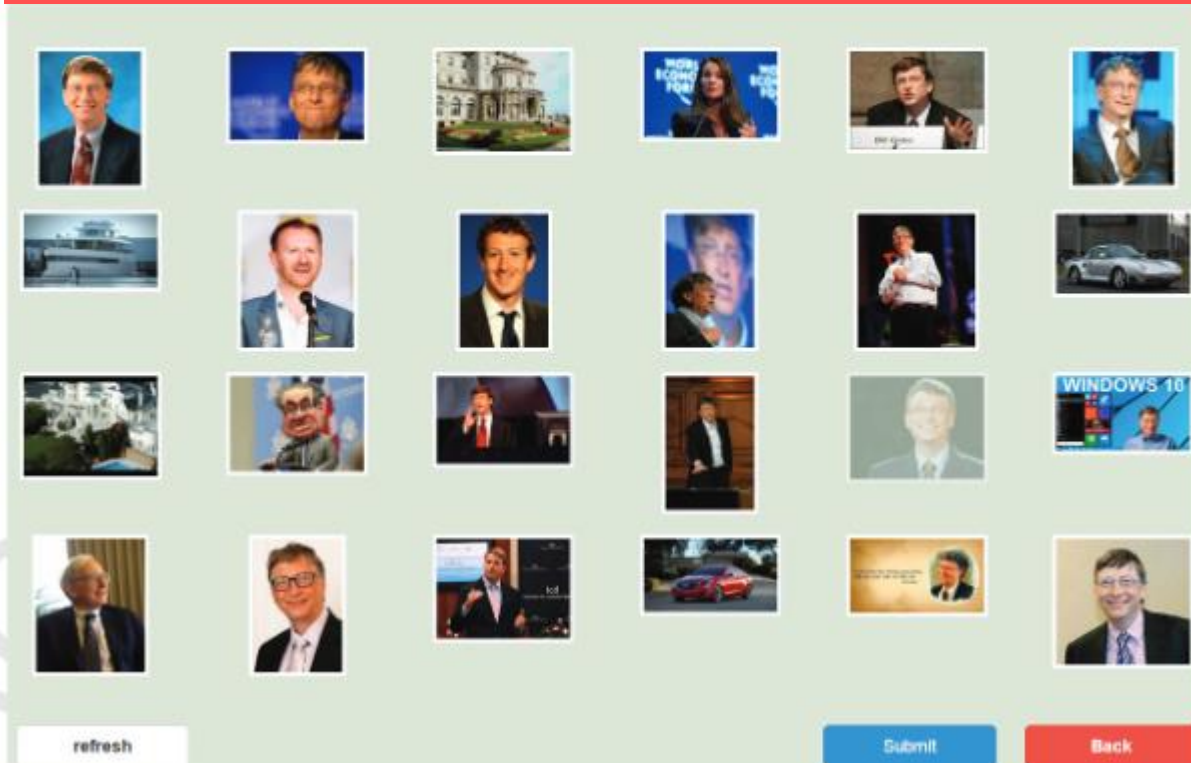
در [3]، ما تکنیک کپچای مبتنی بر تصویر را توسعه دادیم (تست کاملاً تورینگ عمومی خودکار<sup>11</sup> برای تشخیص دادن کامپیوتر و انسان از یکدیگر) که به‌طور موثر حملات ایجاد شده توسط بات‌ها را شکست می‌دهد، حتی اگر آنها توسط الگوریتم‌های یادگیری ابتکاری<sup>12</sup> قدرتمند و موتورهای جست‌وجوی تجاری پشتیبانی گردند. برای کپچای مبتنی بر تصویر، درخواست‌های ویژه‌عادی مانند روبرو است «لطفاً تمامی تصاویری را انتخاب کنید که در آن گربه وجود داشته باشد» [4]. ارزیابی‌های تجربی نشان داده است که انسان‌ها معمولاً از آزمایش، بدون هیچ‌گونه دشواری زیادای می‌گذرند. برای مثال، نرخ موفقیت در اولین تلاش حدود 83 درصد بوده است. اگر دو یا سه فرصت داده شود، نرخ موفقیت به ترتیب، بالا‌تر از حتی تا 97.2 درصد یا 99.5 درصد بالا می‌رود.

چنین بینشی، احتمال استفاده از چالش‌های کپچا بعنوان وسیل‌ای برای دریافت سرویس‌های برچسب‌گذاری تصویر تشویق شده و رایگان را نشان می‌دهد. ایده اصلی، در بر گرفتن تعدادی کمی از تصاویر برچسب‌گذاری نشده در چالش‌ها و جایگذاری‌شان به‌طور تصادفی مانند شکل 1 است. کاربران، آگاهی‌کاملاً از این موضوع را آگاهی ندارند که آنها در حال اجرای وظایف برچسب‌گذاری تصاویر هستند. از آنها تنها درخواست می‌شود تا تمامی تصاویری را انتخاب کنند که با پرسش، همخوانی داشته باشد. اگر تصاویر برچسب‌گذاری نشده در پاسخ‌های موفق، انتخاب گردند، به‌طور خودکار بر روی‌شان برچسب اطمینان زده می‌شود برچسب‌های قابل اطمینان را به صورت خودکار دریافت کرده‌ایم. اگر تصویر مشابه در چالش‌های دیگر باشد (برای مثال، تصاویری را انتخاب کنید که در آن اتوموبیل موجود است)، تگ‌های برچسب‌های اضافی و متعدد (مانند بیل گیتس، اتوموبیل و...) نیز می‌تواند به‌خوبی دریافت شود.

<sup>11</sup> Completely Automated Public Turing

<sup>12</sup> heuristic learning algorithm

تمامی تصاویری را انتخاب کنید که بیل گیتس در آن بیل گیتس است.  
(کلیک راست، تصویر انتخاب شده را بزرگ می‌کند)



شکل 1. چالش کپچا، «تمامی تصاویری را انتخاب کنید که در آن بیل گیتس وجود دارد».

با اینکه مفهوم بسیار واضح است، اما تصمیمات طراحی سیستم حاشیه‌نویسی تصویر به کمک کپچا، به تحلیل مبادله‌ای دقیقی نیاز دارد. در ابتدا امکان خطاهای انسانی نمی‌تواند کاملاً اجرا گردد کنار گذاشته شود. دوماً، اما برخلاف آنچه می‌تواند باشد هر چند که خیلی نامحتمل است، بات‌ها ممکن است که هنوز به‌طور تصادفی از چالش کپچا با حدس‌های خوش‌شانس تصادفی بگذرند. سوماً، وارد شدن تصاویر ناشناخته درون روند کپچا، به‌هیچ وجه نباید امنیت را به‌خطر بیاندازد.

در مبحث 2، ما درباره‌ی کارهای مربوطه بحث می‌کنیم و محدودیت‌های مشترک را همراه تکنیک‌های جمع‌سپاری، بررسی می‌نماییم. مبحث 3 توضیح می‌دهد که چگونه سیستم حاشیه‌نویسی تصویر مبتنی بر کپچا کار می‌کند. در مبحث 4، ما نتایجی را از آزمایش نشان می‌دهیم که در آن، عملکرد تکنیک اشاره-پیشنهاد شده ارزیابی گردیده است. مبحث 5، از بحث‌های پیرامون این مقاله نتیجه‌گیری می‌کند.

## 2. کارهای مربوطه

حاشیه‌نویسی تصویر مبتنی بر کپچا، ممکن است که در ~~اضافه کردن تعدادی جذب تعداد کافی~~ از شرکت‌کنندگان مناسب، شکست بخورد. یکی دیگر از ریسک‌ها این است که وظایف اجرا شده توسط شرکت‌کنندگان می‌تواند غیر قابل پیش‌بینی یا ~~نارضایت‌مند~~ ~~غیررضایت‌بخش~~ باشد. بسیاری از شرکت‌کنندگان پروژه‌های HIT، برای پاداش مالی شرکت می‌کنند، گرچه معمولاً پاداش، کوچک است. آنها ممکن است که دانش کافی برای اجرای وظایف نداشته باشند. اگر افراد دیگر مجبور به استخدام برای اعتبارسنجی مستقل نتایج باشند، چنین هزینه‌ای ممکن است که مزایای هدفمند HIT را از بین ببرد.

برخی ~~مطالعات~~ روش‌های پیشنهاد شده را برای توسعه کیفیت نیروهای تازه و قوی کردن انگیزه‌شان، پیشنهاد می‌کنند. همانطور که توسط سیلبرمن<sup>13</sup> و همکاران وی بیان شده، شرکت‌کنندگان طرح برجسب گذاری، در ابتدا توسط پول تشویق می‌شوند. ~~به دلیل آنکه به همین دلیل تشویق‌ها برای شرکت‌کنندگان قابل اطمینان زیاد است معمول است، و هرچند هرث<sup>14</sup> [6] گزارش داده که تشویق‌های مالی به شدت بر روی کیفیت خروجی تاثیر می‌گذارد. شنگ<sup>15</sup> همراه همکاران خود [7]، دقت را توسط برجسب گذاری تصویر مشابه، در دفعات متعدد توسعه دادند. هرث<sup>16</sup> و همکاران [8] خود، همچنین تصاویری را تحلیل کردند که بیشتر از دوبار توسط شرکت‌کنندگان مختلف ~~تحلیل شده برجسب گذاری شد تا کیفیت کم برجسب گذاران کم کیفیت را آشکار کند. با اینکه به کارگیری برای وظایف چند اعمال آن به وظایف مقیاس متوسط و کوچک منطقی است، اما هزینه‌های اضافی (برای مثال تشویق‌ها یا اعتبارسنجی متقابل) سریعاً هنگام حاشیه‌نویسی میلیاردها تصویر، گسترش می‌یابد.~~~~

برخی از مطالعات (9،10،11)، رویکرد مبتنی بر بازی را برای برجسب گذاری تصویر پیشنهاد داده‌اند. در بازی ای‌اس‌پی [9]<sup>17</sup>، ~~به از دو بازیکن برای تثبیت کلمات مربوطه تصویر، درخواست می‌شود. بازیکنان برای فاز بعدی تنها در صورتی پیشرفت می‌کنند که توضیحات آنها سازگار باشد. گوگل، بازی را به شکل برجسب‌گذار تصویر گوگل، امتیاز گذاری کرد. ایده اصلی این است، جفت بازیکن که به طور تصادفی انتخاب شده‌اند، باید توضیحاتی را برای رفتن به فاز بعدی بازی داشته باشند. در انتهای بازی، فراهم‌کننده سرویس، برجسب صحیح مربوط به تصویر را بدست می‌آورد. بازی پیکابوم<sup>18</sup> اطلاعات را در مکان اشیاء در تصویر داده شده جمع‌آوری می‌کند و فراهم‌کننده بازی، فرض شده که فرض می‌شود که ارائه‌دهنده بازی لیستی از کلمات حاشیه‌نویسی را از بازی‌های ای‌اس‌پی داشته باشد دارد. برای اینکه بازیکن بازی را ببرد، باید مکان دقیق کلمه حاشیه را انتخاب کند. مشابه صورت مشابه، بازی آنلاین فچ<sup>19</sup> ممکن است که عملکرد موتورهای جست‌وجوی تصویر را توسعه بدهد. بازیکن تصویر را در زبان طبیعی توضیح می‌دهد و بازیکن دیگر، جست‌وجوی تصویر را اجرا و تصویری را انتخاب می‌کند که با توضیح همخوانی داشته باشد.~~

با اینکه فهم چنین موضوعی آسان است، اما، شخص نمی‌تواند کاملاً بر روی احتمال این که دو بازیکن همزمان اشتباه کنند، حکمفرمایی کند را کنار بگذارد. یکی دیگر از عامل‌ها برای حفظ کافی هیجان شرکت‌کنندگان در بازی، اجرا برای زمان طولانی است تا تمامی تصاویر برجسب گذاری گردند. بعلاوه، ممکن است که برخی از شرکت‌کنندگان، بخواهند تا از قوانین بازی سوء

<sup>13</sup> Silberman

<sup>14</sup> Harris

<sup>15</sup> Sheng

<sup>16</sup> Hirth

<sup>17</sup> ESP

<sup>18</sup> Peekaboom

<sup>19</sup> Phetch

استفاده کنند، زیرا رقابت شدید است. برای مثال، برخی از کاربران برای این موضوع شناخته شده‌اند که کلمات مشابهی را بدون در نظر گرفتن تصاویر وارد می‌کنند (برای مثال کنجینیتا<sup>۲۰</sup>، گوگلی<sup>۲۱</sup> و...).

### 3. سرویس‌های کپچای فراهم کننده حاشیه‌نویسی تصویر

اگر کاربران در حین ورود به حساب یا ایجاد حساب کاربری، تحت چالش قرار گیرند، ممکن است که آنها برای ~~گذر کردن~~ از گذراندن هر چه سریعتر آزمایش، ~~سرعت به شدت~~ تشویق شوند. در نتیجه، احتمال زیادی وجود دارد که آنها وظیفه‌یابی را با بهترین توانایی‌شان انجام دهند. ایده اصلی رویکرد پیشنهاد شده، وارد کردن مخفیانه تعداد کمی از تصاویر بدون برچسب، درون مجموعه تصاویر انتخاب شده چالش است. نیازی به گفتن نیست که باید دقتی وجود داشته باشد تا ورود تصاویر برچسب گذاری نشده، منجر به خطر انداختن امنیت نشود. همچنین مهم است تا پاسخ‌های تولید شده توسط بات‌ها فیلتر شوند.

مکانیزم کپچای مبتنی بر تصویری که ما در [3] پیشنهاد داده‌ایم، در برابر شکست دادن حملات بسیار موثر است، حتی اگر بات‌ها توسط الگوریتم‌های یادگیری ابتکاری قوی یا بینایی کامپیوتری، پشتیبانی شوند. ~~راز درون عدم قطعیت ساخته شده درون روند تصمیم‌گیری، مخفی می‌ماند رمز کار عدم قطعیت ایجاد شده در فرایند تصمیم است.~~ حتی وقتی مجموعه مشابهی از تصاویر وجود داشته باشد، پاسخ صحیح برای عبور از چالش، در زمان اجرا به‌طور پویا تصمیم‌گیری می‌گردد. یعنی، برخی از تصاویر به‌طور تصادفی. پویا بعنوان تصاویر خنثی استخراج می‌گردند و به‌طور موقت، ~~راز~~ روند تصمیم‌گیری وجود خواهند داشت حذف می‌شوند. انتظار داریم هنگامیکه پیچیدگی فنی را در نظر بگیریم، رفتار بات‌های اجرا شده نرم افزاری، قطعی باشد و آنها به‌سادگی شکست بخورند. یکی دیگر از عامل‌ها، مکانیزم «تله»<sup>۲۲</sup> است که در آن تصاویری که منجر به شکست پاسخ‌های گذشته شده‌اند، در چالش‌های آینده وجود خواهند داشت.

برچسب گذاری تصویر مبتنی بر کپچا که در شکل 2 نشان داده شده است، دو هدف دارد: حاشیه‌نویسی تصاویر برچسب گذاری نشده و بررسی متقابل برچسب‌های تصویر. برای دستیابی به هدف اول، دو یا سه تصویر برچسب گذاری نشده به‌طور مخفیانه، وارد این چالش می‌گردند و در تصمیم‌گیری خروجی آزمایش کپچا، استخراج می‌شوند. تصمیم‌گیری در تعدادی از تصاویر برچسب گذاری نشده برای وارد شدن، مبتنی بر مقدار تاثیر امنیتی است که بر گذر احتمالی بات‌ها از چالش دارد آن روی گذراندن چالش توسط بات‌ها است. مهم است تا به‌یاد داشته باشیم که تنها پاسخ‌های موفق، در حاشیه‌نویسی تصویر استفاده می‌شود، با اینکه هنوز هیچ ضمانتی نیست که چنین پاسخ‌هایی تنها از انسان‌ها سرچشمه گیرد. اما، بات‌ها احتمال ممکن را کم می‌کنند و شاید هنوز به‌دلیل وجود حدس تصادفی خوش شانس، از چالش بگذرند. بعلاوه، مکانیزم غیر قطعی (برای مثال تصاویر خنثی) احتمالی را ایجاد می‌کند که در آن، پاسخ‌های موفق ممکن است، هنوز شامل اطلاعات ناصحیح باشند. برای جزئیات بیشتر، به [3] مراجعه فرمایید.

بررسی متقابل ~~برای توسعه دقت~~، رویکرد واضحی برای بهبود دقت است. درجه بررسی متقابل می‌تواند به‌راحتی و به‌طور پویا تنظیم شود (برای مثال دو یا چهار تایید مستقل) که متکی بر سطح مورد دلخواه اطمینان-پذیری است. مهم است تا از این موضوع

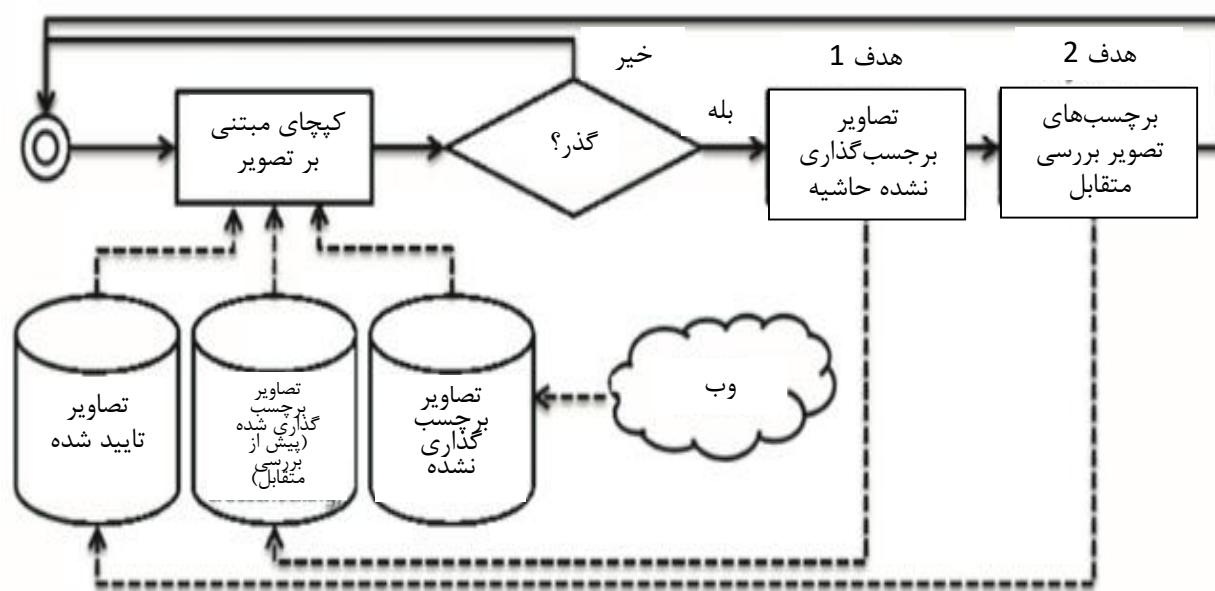
<sup>20</sup> Congenita

<sup>21</sup> Googley

<sup>22</sup> trap

مطمئن گردیم که سوالات چالش، وجه‌های مربوطه کوچکی را تا جای ممکن دارند (برای مثال تصاویر سگ‌های بامزه با غذاهای خوشمزه را انتخاب کنید).

اینها سه نوع از پایگاه‌های داده تصویر هستند: تصاویر معتبر (برای مثال برچسب گذاری شده و تایید شده)، تصاویر حاشیه‌نویسی شده مربوط به بررسی متقابل و تصاویر برچسب‌گذاری نشده و ناشناخته. تصاویر کیفی برای تولید چالش‌های کپچا مورد استفاده واقع شده‌اند و آنها برچسب‌های M (باید<sup>۲۳</sup>) و MN (نباید<sup>۲۴</sup>) را با توجه به سوال انتخاب شده دارند. معمولاً برای عبور از چالش، انتخاب باید شامل تمامی تصاویر M باشد و هیچکدام از تصاویر MN نباید انتخاب شود. اما، تعداد کمی از تصاویر به‌طور مخفیانه و پویا برچسب‌های N (خنثی) را در هر چالش به‌خود اختصاص می‌دهند و به‌طور موقت، در روند تصمیم‌گیری استخراج می‌گردند. همانطور که پیش از این بدان اشاره شده، این موضوع راهی برای شکست حملات یادگیری ابتکاری توسط بات‌ها است.



شکل 2. بررسی حاشیه‌نویسی مبتنی بر کپچا

تعداد کمی از تصاویر از پایگاه داده تصاویر برچسب گذاری نشده انتخاب و وارد چالش شده‌اند. اما، آنها نباید در روند تصمیم‌گیری کپچا، نقشی داشته باشند. هنگامیکه تصاویر برچسب گذاری نشده در پاسخ‌های موفق وجود داشته باشند، ما اطلاعات مقدماتی را درباره برچسب احتمالی هر کدام بدست می‌آوریم. چنین تصاویری سپس، تا زمانی که آنها رای‌های کامل اعتماد را دریافت کنند، تحت مکانیزم بررسی متقابل قرار می‌گیرند. تصاویر برچسب گذاری نشده باید پیشنهادات متناقضی را هنگام روند بررسی متقابل دریافت کنند، این موضوع به هردلیل که باشد، برچسب‌های کنونی حذف می‌گردند تا روند حاشیه‌نویسی دوباره آغاز گردد.

<sup>23</sup> must

<sup>24</sup> must not



#### 4. ارزیابی‌های تجربی

ما آزمایشی را اجرا نموده‌ایم که در آن، اثربخشی تکنیک حاشیه‌نویسی تصویر مبتنی بر کپچا، ارزیابی شده است. ما چالش «تمامی تصاویری را انتخاب کنید که در آن بیل گیتس وجود دارد» را بعنوان مثال تصویری نشان داده‌ایم و از موتور جست‌وجوی گوگل برای بازیابی 661 تصویر بیل گیتس استفاده کرده‌ایم. ما صحیح بودن برچسب‌ها را تایید و تصاویر بیشتر پیشنهاد شده توسط موتور جست‌وجوی گوگل را به‌طور مشابه جمع‌آوری کرده‌ایم. در تمامی آنها، ما 224,084 تصویر جمع‌آوری و به‌طور تصادفی 8,225 تصویر را میان‌شان انتخاب کرده‌ایم و به‌طور دستی آنها را تایید کرده‌ایم. بیل گیتس در 2,652 تصویر بوده و 5,573 تصویر، چهره بیل گیتس را نداشته است. مابقی آنها بعنوان تصاویر غیر برچسب‌گذاری شده در تجربه: آزمایش استفاده شده است.

ما برنامه کاربردی مبتنی بر وبی را انتخاب—پیاده‌سازی کرده‌ایم که در [http://dependable.korea.ac.kr/captcha\\_annotation/](http://dependable.korea.ac.kr/captcha_annotation/) موجود است. در آنها 25 شرکت‌کننده، 3720 آزمایش کپچا را انجام دادند. برای اینکه از خطای احتمالی دوری کنیم، ما شرکت‌کنندگانی را اضافه کرده‌ایم که تخصص‌شان شامل علوم کامپیوتر و یا امنیت نبوده است. تمامی شرکت‌کنندگان مان می‌دانستند که بیل گیتس چه کسی بوده است. هر چالش کپچا شامل 24 تصویر تصادفی انتخاب شده بوده و دو تصویر غیر برچسب‌گذاری شده در هر چالش موجود بوده است. از 3720 چالش کپچا، شرکت‌کنندگان به‌طور موفق 2331 بار عبور کرده‌اند، در نتیجه نرخ موفقیت به 62.7 درصد رسیده است. پایگاه داده تصاویر حاشیه‌ای در ابتدا خالی بوده و تصاویر برچسب‌گذاری نشده در پاسخ‌های موفق موجود بوده و به پایگاه داده تصویر حاشیه دار انتقال یافته و تحت بررسی متقابل قرار گرفته است. در هر چالش، تا 8 تصویر به‌طور تصادفی وارد هدف بررسی متقابل شده‌اند، اما، آنها در تصمیم‌گیری خروجی کپچا استخراج گردیده‌اند.





### شکل 3. نظرات متناقض مشاهده شده هنگام روند بررسی متقابل

در آزمایش‌مان، 1723 تصویر برچسب گذاری نشده در پاسخ‌های موفق انتخاب شده و تحلیل‌ها نشان داده که 45 تصویر نظرات متناقض را در میان شرکت کنندگان داشته است. از تصویری که در جدول 1 و شکل 3 مشهود است، دلایل خطاهای حاشیه گذاری با اشتباهات ساده، مربوط به عامل‌های متفاوت است. برخی از تصاویر در ابتدا حاشیه گذاری صحیح را داشته، اما اشتباهات بعدها هنگام روند بررسی متقابل ایجاد شده‌اند (مورد a). ما حذف برچسب مقدماتی را انتخاب و با آن بعنوان تصاویر برچسب گذاری نشده رفتار کردیم، با اینکه، آنها درواقع تصویری از بیل گیتس بوده‌اند. اما، باید تاکید کنیم که توسط چنین تصمیمی هیچ زبانی ایجاد نمی‌گردد. چنین تصویری بدون برچسب می‌مانند و ممکن است که بعدها هنگامیکه آنها رای کافی اعتماد را **سلب** **جلب** می‌کند، دارای برچسب صحیح شوند. همانطور که انتظار **رفته می‌رفت**، مکانیزم بررسی متقابل، دو موردی را آشکار کرده که در آن، برچسب‌های ناصحیح در ابتدا تخصیص داده شده‌اند (مورد f).

جالب است به یاد داشته باشیم **که** مواردی بوده است که شرکت کنندگان در آنها، اشتباهات منطقی را انجام داده‌اند. برای مثال، 15 تصویر گیتس، دارای تفکیک ضعیف بوده است. در اینگونه از موارد، سرزنش کردن شرکت کنندگان برای اشتباهات‌شان، امری منصفانه نیست (مورد b). در موارد دیگر، برخی از شرکت کنندگان ممکن است که تصاویر بیل گیتس را در دهه 20 سالگی وی، ندیده باشند. پس، منطقی است که آنها نتیجه بگیرند، بیل گیتس در تصاویر نبوده است (مورد c). همچنین تصاویر کارتون‌ای وجود داشته که در آنها، بیل گیتس و استیو جابز ظاهر شده‌اند (مورد d). پس ممکن است که آنها در راستای صحیح بودن برچسب تصویر، اختلاف نظر داشته باشند. سرانجام، تصویر مرکبی از بیل گیتس و استیو جابز وجود داشته است. تصاویر متعلق به دسته‌بندی‌های (a) در (f) است که در پایگاه‌های داده تصاویر برچسب گذاری نشده باقی مانده است. رویکردمان به 100 درصد رسیده که در آن، هیچکدام از تصاویر حاشیه دار، برچسب‌های ناصحیح را دریافت نکرده‌اند.

#### جدول 1: دلایل نظرات متناقض هنگامیکه مکانیزم بررسی متقابل فعال باشد.

نظرات متناقض	فرکانس
a. در ابتدا به‌طور صحیح حاشیه دار شده، اما بعدها هنگام روند بررسی متقابل، اشتباهات پدید آمده‌اند.	15
b. تصاویر با تفکیک ضعیف	15
c. تصاویر جوانی بیل گیتس	8
d. تصاویر کارتون‌ی	4
e. تصویر ترکیبی شناخته شده گیتس و جابز	1
f. خطاهای صورت گرفته در حاشیه گذاری اولیه، اما بعدها توسط بررسی متقابل درست شده است.	2
تعداد کلی	45

### 5. نتیجه گیری

این مقاله نشان داده که چگونه مکانیزم **کیچای** امن می‌تواند به‌طور موفق بعنوان **روشی برای** بدست آوردن حاشیه صحیح تصاویر برچسب گذاری شده مورد استفاده قرار گیرد. برخلاف برخی از شرکت کنندگان در پروژه‌های HIT که **به‌شدت ممکن** برای اجرای صحیح وظایف **تشویق نمی‌شوند** **انگیزه زیادی نداشته باشند**، افراد شرکت کننده در چالش‌های کیچا مشتاق گذر از آزمایش در

اسرع وقت هستند. با وارد کردن تعداد کمی از تصاویر برچسب گذاری نشده در چالش، سرویس‌های حاشیه-گذاری تشویق شده و رایگان، بدست می‌آیند. تصویر می‌تواند در چالش‌های مختلف کپچا مورد استفاده قرار گیرد و ممکن است که برچسب‌های صحیح و مختلفی بدست آیند. مکانیزم بررسی متقابل با اینکه ممکن است روند حاشیه گذاری را کند کند، اما اعتماد را در صحیح بودن مورد دقت برچسب‌های حاشیه-گذاری-شده توسعه-افزایش می‌دهد.

ما در حال ادامه دادن اعتبار-سنجی آزمایش هستیم. کاربران مشتاق، می‌توانند نرم افزار کاربردی را در [dependable.korea.ac.kr/captcha\\_annotation/](http://dependable.korea.ac.kr/captcha_annotation/) اجرا و بررسی کنند که کدام تصویر به‌طور خودکار حاشیه گذاری شده است. نتایج بدست آمده تا اینجا، به‌طور واضح نشان می‌دهد که تکنیک‌مان کارآمد و دقیق است.