PROSEMINAR SPAM

SEMINAR MASCHINELLES LERNEN IN DER IT SICHERHEIT

Organisation, Überblick, Themen

Niels Landwehr/Tobias Scheffer

Überblick heutige Veranstaltung

1. Organisatorisches
2. Überblick über beide Seminare
3. Kurzvorstellung der Themenvorschläge

Organisation

- „Spam“
  - Proseminar mit 2 SWS (3 LP)
  - Für Bachelor/Diplom Studenten (Grundstudium)
- „Maschinelles Lernen in der IT-Sicherheit“
  - Seminar mit 2 SWS (3 LP)
  - Für Master/Diplom Studenten (Hauptstudium)
- Ansprechpartner:
  - Niels Landwehr, Raum 03.04.0.16, landwehr@cs.uni-potsdam.de
  - Prof. Tobias Scheffer, Raum 03.04.0.17, scheffer@cs.uni-potsdam.de
- Webseiten:
  http://www.cs.unipotsdam.de/ml/teaching/ss10/spam_frame.html
  http://www.cs.unipotsdam.de/ml/teaching/ss10/security_frame.html

Organisation

- Beide Seminare werden als Blockseminar durchgeführt
  - Gemeinsamer Einführungstermin 20.04.2010
  - Die Vorträge der Teilnehmer „im Block“ später im Semester (Terminabsprache nachher).
- Ablauf der Seminare
  - Verschiedene Themenstellungen mit Literaturangaben (Vorstellung heute)
  - Jeder Teilnehmer/in wählt ein Thema, dass er/sie selbstständig bearbeitet
  - Schriftliche Ausarbeitung und Seminarvortrag (20min)

Überblick heutige Veranstaltung

1. Organisatorisches
2. Überblick über beide Seminare
3. Kurzvorstellung der Themenvorschläge

Überblick über die zwei Seminare

- Seminare behandeln Problemstellungen im Bereich Spam-Filterung und IT Sicherheit
- Schwerpunkt auf Verfahren des maschinellen Lernens

- Thematische Überlappung
  - Spam-Filterung ist ein Aspekt der IT-Sicherheit
  - Fokussierung auf Spam-Filterung im Proseminar „Spam“
  - Größere Bandbreite an Themen im Seminar „Maschinelles Lernen in der IT Sicherheit“ (aber Spam-Themen auch möglich)

- Jetzt: Kurze beispielhafte Einführung in das Thema maschinelles Lernen am Beispiel der Spam-Filterung

Was ist Spam?

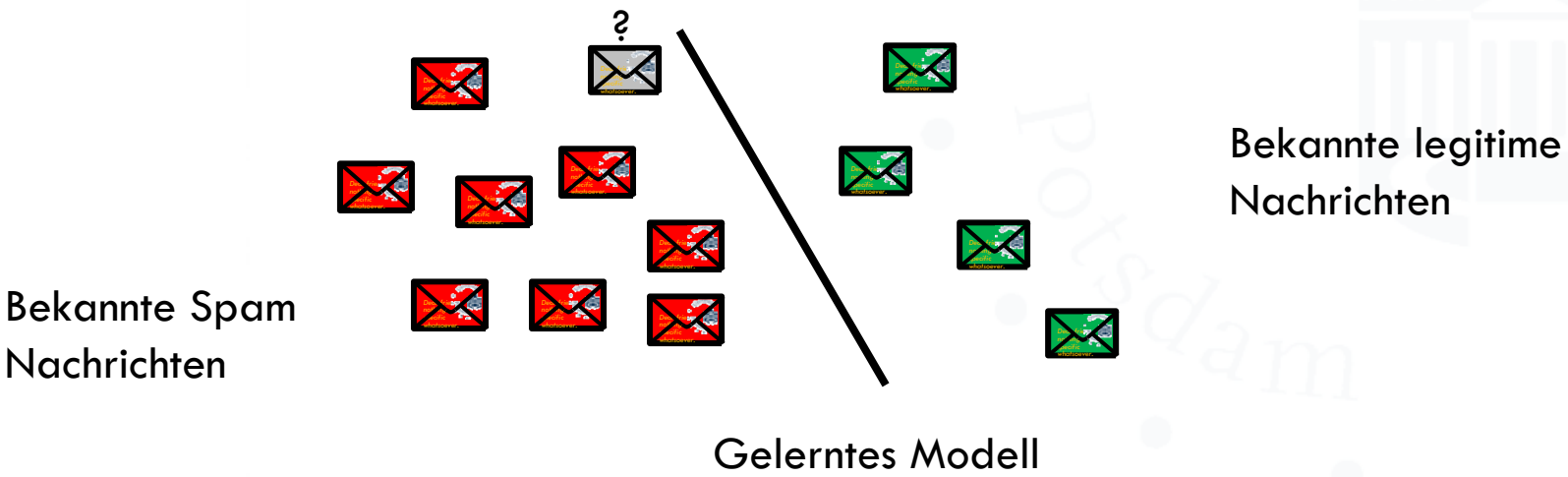
- Spam: unerwünschte (elektronische) Nachrichten, die massenhaft und unverlangt zugestellt werden
  - Werbung
  - Phishing, Viren, Betrugsversuche, …
- Spam verursacht signifikante Kosten
  - Zusätzliche Belastung der Infrastruktur
  - Sicherheitsrisiko durch Phishing/Betrug/Viren…
  - → Weltweit Milliardenschäden
- Wir müssen Spam **filtern:** Automatische Unterscheidung Spam/Legitime Nachricht

Spam: Gegenmaßnahmen

- Manuelle Erstellung eines Filters schwierig
  - Viele Variationen von Spam-Nachrichten
  - Spammer ändern Inhalte oft
- Besserer Ansatz: **Maschinelles Lernen**
  - Sammle Nachrichten deren Spam-Status bekannt ist (z.B. von Nutzern als Spam markiert)
  - System, das aus diesen Daten **lernt**, Spam zu erkennen
  - Lernen: Suchen eines (mathematischen) Modells, das die beobachteten Spams von den beobachteten legitimen Nachrichten unterscheiden kann

Spam: Gegenmaßnahmen

- Neue Nachrichten mit unbekanntem Spam-Status werden vom Modell klassifiziert und entsprechend gefiltert

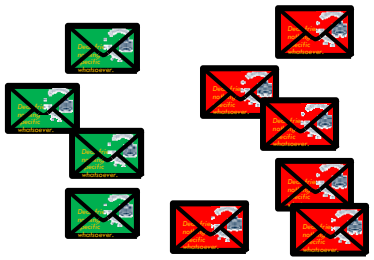


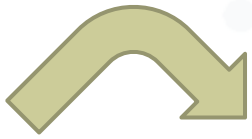
Spam und Maschinelles Lernen

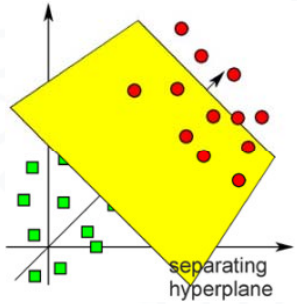
- Verschiedene Techniken des maschinellen Lernens
  - Probabilistische Modelle: Wahrscheinlichkeiten, Inferenz, Parameterschätzung

$$p(\mathbf{w}\,|\,\alpha,\beta) = \int p(\theta\,|\,\alpha)\left(\prod_{n=1}^{N}\sum_{z_n} p(z_n\,|\,\theta)\,p(w_n\,|\,z_n,\beta)\right)d\theta.$$

  - Kernel Methoden: Einbettung von Daten in hochdimensionalen euklidischen Raum







  - … mehr in Vorträgen

Weitere Anwendungen des Maschinellen Lernens in der IT Sicherheit

- Allgemeinere Anwendungen in der IT Sicherheit:
  - maschinelles Lernen zur Suche nach verdächtigen Mustern in Datensätzen
  - Modell zur Unterscheidung von „normalen“ und „verdächtigen“ Situationen/Transaktionen/…
- Verschiedenste Domänen
  - Netzwerksicherheit („Intrusion Detection“)
  - Virenerkennung
  - Kreditkartenbetrug
  - Betrug in Online-Auktionen
  - …

Überblick heutige Veranstaltung

1. Organisatorisches
2. Überblick über beide Seminare
3. Kurzvorstellung der Themenvorschläge

Kurzvorstellung der Themenvorschläge

- Themenvorschläge, die Anwendungen des maschinellen Lernens behandeln (eher Seminar)
  1. Textklassifikation
  2. Email-Spam-Filterung auf Textebene
  3. Adversarial Learning
  4. Personalisierte Spam-Filter und Multitask Lernen
  5. Erkennen von bösartiger Software und Viren mit Hilfe des maschinellen Lernens
  6. Erkennung von Kreditkartenbetrug mit Hilfe von Hidden Markov Modellen

- Themenvorschläge, die andere Verfahren behandeln (eher Proseminar)
  7. Spam-Filterung mit Hilfe von Blacklists
  8. Email-Spam-Filterung auf Graphebene
  9. Spam-Filter basierend auf Kompressionsmodellen
  10. Erkennung von Bot-Netzen
  11. Web-Spam und Trust-Rank
  12. Betrugserkennung in Online-Auktionen

1. Textklassifikation

T. Joachims: „Learning to classify text using support vector machines“

- Elementare Methoden des maschinellen Lernens zur Textklassifikation
  - Repräsention von Texten: Wort-Ebene, Buchstaben-Ebene, Wortfolgen (n-grams), …

$$\begin{pmatrix}0\\1\\0\\1\\1\\\dots\\1\end{pmatrix},\begin{pmatrix}1\\1\\0\\0\\1\\\dots\\0\end{pmatrix},\begin{pmatrix}1\\0\\0\\0\\0\\\dots\\1\end{pmatrix},\begin{pmatrix}0\\1\\1\\0\\1\\\dots\\0\end{pmatrix}$$

  - Einfache Algorithmen des maschinellen Lernens (Naive Bayes, Roccio,…)

2. Email-Spam-Filterung auf Textebene

Siefkes et al: „ Combining Winnow and Orthogonal Sparse Bigrams for Incremental Spam Filtering“

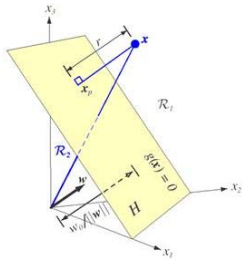
- Einfache Fallstudie zur Filterung von Email basierend auf dem (Text)Inhalt der Email
  - Repräsentation von Emails: Vorkommen bestimmter Wortpaare

			$w4$	$w5$
		$w3$	$<skip>$	$w5$
	$w2$	$<skip>$	$<skip>$	$w5$
$w1$	$<skip>$	$<skip>$	$<skip>$	$w5$

Sparse Orthogonal Bi-grams

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \dots \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

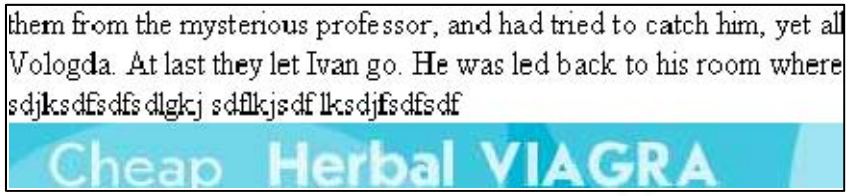
  - Einfacher Ansatz des maschinellen Lernens (Winnow Algorithmus)



3. Adversarial Learning

Lowd et al: „ Good Word Attacks on Statistical Spam Filters“

- Spammer kann als aktiver Gegenspieler des Filters gesehen werden
  - Versucht, durch Änderungen am Nachrichteninhalt den Filter zu täuschen
  - Dieser Aspekt des „Adversarial Learning“ („Lernen mit Gegenspieler“) sollte bei der Entwicklung von Spamfiltern berücksichtigt werden
- „Good Word Attacks“: Spammer fügen zu Spam-Nachrichten Worte hinzu, die mit legitimen Nachrichten assoziiert werden



- Wie können Filter robuster gegenüber Good Word Attacks werden?

4. Personalisierte Spam-Filter und Multitask Lernen

Attenberg et al: „ Collaborative Email Spam Filtering with Consistently Bad Labels using Feature Hashing “

- Personalisierte Spamfilter?
  - Jeder Benutzer erhält andere Verteilung von Emails
  - Spamfilter trainieren mit Daten eines Nutzers?⟶ zu wenig Daten
- „Multitask“ –Lernen:
  - Mehrere ähnliche, aber nicht gleich Lernprobleme (Filter für mehrere Benutzer)
  - Löse alle Lernprobleme gleichzeitig: besseres Ergebnis als einzelne Lösungen
- Vorstellung des Multitask-Lernens
- Strategien, um Multitask-Lernen mit sehr vielen Tasks effizient zu lösen

Vorwissen im Bereich
ML empfehlenswert!

5. Erkennung von bösartiger Software mit Hilfe des maschinellen Lernens

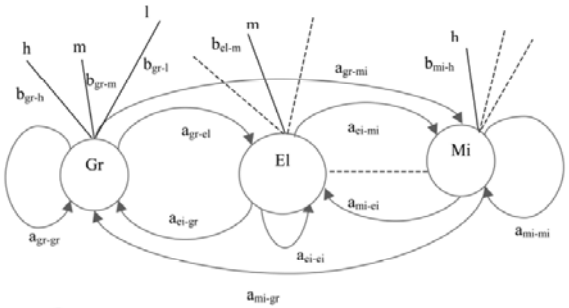
Kolter et al: „ Learning to Detect Malicious Executables in the Wild“

- Bösartige Software: Würmer, Trojaner, virusinfizierte Programme
- Erkennung mit Antivirus-Scannern basiert meist auf bekannten „Fingerabdrücken“ von z.B. Viren
  - Virus muss aktiv geworden sein bevor er erkannt werden kann
  - Problematisch bei polymorphen Viren
- Alternativer Ansatz: **Lerne** Modelle, die bösartige Software von gutartiger unterscheiden können (auch unbekannte)
  - Trainingsdaten: Beispiele für legitime Programme und Schadprogramme

6. Erkennung von Kreditkartenbetrug mit Hilfe von Hidden Markov Modellen

Srivastava et al: „ Credit Card Fraud Detection Using Hidden Markov Model“

- Aufgabe: automatisches Erkennen einer verdächtige Sequenz von Abbuchungen auf einer Kreditkarte
- Sequenzielle Daten
  - Abfolge von Abbuchungen jeweils einer bestimmten Höhe
  - Hypothese: „ungewöhnliche“ Abfolge von Buchungen Hinweis auf Missbrauch
- **Lerne** probabilistisches Modell „typischer“ Sequenzen von Abbuchungen: Hidden Markov Modell



Kurzvorstellung der Themenvorschläge

- Themenvorschläge, die Anwendungen des maschinellem Lernens behandeln (eher Seminar)
  1. Textklassifikation
  2. Email-Spam-Filterung auf Textebene
  3. Adversarial Learning
  4. Personalisierte Spam-Filter und Multitask Lernen
  5. Erkennen von bösartiger Software und Viren mit Hilfe des maschinellen Lernens
  6. Erkennung von Kreditkartenbetrug mit Hilfe von Hidden Markov Modellen

- Themenvorschläge, die andere Verfahren behandeln (eher Proseminar)
  7. Spam-Filterung mit Hilfe von Blacklists
  8. Email-Spam-Filterung auf Graphebene
  9. Spam-Filter basierend auf Kompressionsmodellen
  10. Erkennung von Bot-Netzen
  11. Web-Spam und Trust-Rank
  12. Betrugserkennung in Online-Auktionen

7. Spam-Filterung mit Hilfe von Blacklists

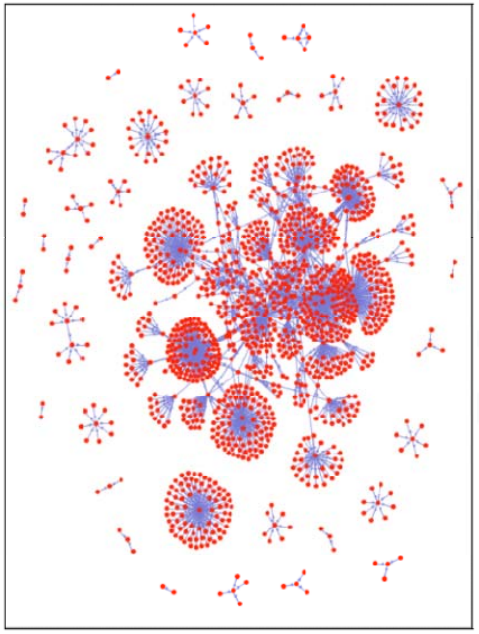
Jung et al: „ An empirical study of spam traffic and the use of DNS black lists “

- Einfacher Ansatz zur Spam-Filterung: IP-Blacklists
  - Datenbank aller IP-Adressen, die als Spam-Versender bekannt sind
  - Mails von Hosts die auf einer/mehreren Blacklists auftauchen werden geblockt
- Vorteile und Nachteile
  - Kann einen Teil des Spams mit großer Sicherheit und wenig Aufwand blocken
  - Weniger effektiv, wenn Spam von vielen verschiedenen IPs aus geschickt wird, oder eine IP sowohl Spam als auch legitime Nachrichten verschickt
- Studie über Umfang, Effektivität von Blacklists

8. Email-Spam-Filterung auf Graphebene

Golbeck et al: „Reputation Network Analysis for Email Filtering "

- Alternativer Ansatz zur Filterung von Email basierend auf Email-Nutzer-Netzwerk
  - Nutzer weisen anderen Nutzern Reputations-Punkte zu
  - Algorithmus, um aus dem Netzwerk der vergebenen Reputations-Punkten aller Benutzer Vertrauenswürdigkeit eines Nutzers zu bestimmen
- Implementiert im „TrustMail" Client
- Experimentelle Evaluierung



9. Spam-Filterung mit Kompressionsmodellen

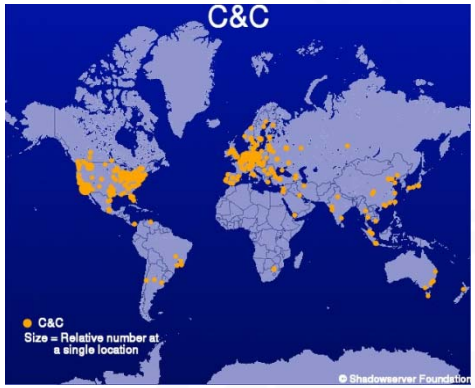
Bratko et al: „ Spam Filtering Using Statistical Data Compression Models “

- Alternativer Ansatz für Email Spam Filterung basierend auf Nachrichteninhalt: Kompressionsmodelle
- Idee: Nachricht lässt sich gut mit anderen Nachrichten komprimieren, wenn sie ähnlich zu diesen anderen Nachrichten ist
- Verfahren:
  - Menge von gegebenen Spam/nicht-Spam Nachrichten
  - Kompression der (1) Spam-Nachrichten, (2) legitimen Nachrichten
  - Füge neue Email zu (1) und (2) dazu, messe neue Kompressionsraten, Vorhersage: Klasse mit höherer Kompression

10. Erkennung von Botnetzen

Zhuang et al: „ Characterizing Botnets from Email Spam Records “

- Bots: Rechner, die (versteckt) durch einen Spamversender kontrolliert werden
  - Infizierung durch Viren, Trojaner, oder Ausnutzung von Sicherheitslücken
  - Zentrales System zur Fernsteuerung einer Menge von Bots über Kommunikationsprotokoll (Botnetz)
  - Botnetze optimal für Spamversand, DDOS Attacken, etc: anonym und verteilt



- Erkennung von Botnetzen anhand von Spam-Kampagnen
  - Kampagne: Spam Nachrichten ähnlichen Inhalts, versendet von einem Spammer
  - Versuche, Botnetze anhand ihrer Benutzung in Spam-Kampagnen zu identifizieren

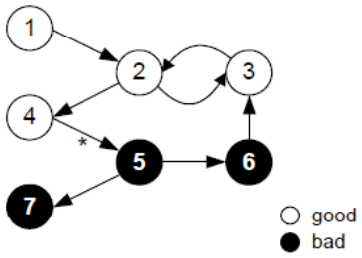
11. Web-Spam und Trust-Rank

Gyöngy et al: „ Combating Web Spam with TrustRank “

- Web-Spam: Angriffe auf Ranking-Algorithmen der Suchmaschinen
  - Ziel: erhöhe Page-Rank Score einer „Ziel“-Seite
  - Erstelle viele Webseiten mit Schlüsselwörtern und Hyperlinks statt Inhalt

- TrustRank: Verfahren zur Identifikation von Web-Spam basierend auf einer kleinen Menge von manuell untersuchten Seiten

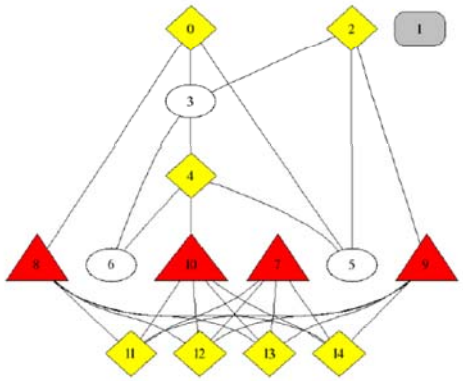
Ähnlich PageRank: basiert auf Ausbreitung von Scores entlang der Hyperlink-Struktur



12. Betrugserkennung in Online-Auktionen

Pandit et al: „Netprobe: a fast and scalable system for fraud detection in online auction networks“

- Betrug in Online-Auktionen (Ebay…) signifikantes Problem
- Aufgabe: Gegeben ein Netzwerk von Accounts und Transaktionen, können wir automatisch betrügerische Accounts erkennen?
  - Maßnahme gegen Betrug in Online Auktionen: Reputation
  - Betrügerische Nutzer bilden oft Netzwerke, um gegenseitig ihre Reputation zu erhöhen
  - Graph von Nutzern/Transaktionen informativ
  - Probabilistisches Modell, um Wahrscheinlichkeit dafür zu schätzen, dass Account betrügerisch ist



Überblick heutige Veranstaltung

1. Organisatorisches
2. Überblick über beide Seminare
3. Kurzvorstellung der Themenvorschläge
4. Themenvergabe, Termine

Themenwahl: per Mail

- Mail an mich mit 3 Themenvorschlägen, welches Seminar, Mat. Nr.

- Themenvorschläge, die Anwendungen des maschinellem Lernens behandeln (eher Seminar)
  1. Textklassifikation
  2. Email-Spam-Filterung auf Textebene
  3. Adversarial Learning
  4. Personalisierte Spam-Filter und Multitask Lernen
  5. Erkennen von bösartiger Software und Viren mit Hilfe des maschinellen Lernens
  6. Erkennung von Kreditkartenbetrug mit Hilfe von Hidden Markov Modellen

- Themenvorschläge, die andere Verfahren behandeln (eher Proseminar)
  7. Spam-Filterung mit Hilfe von Blacklists
  8. Email-Spam-Filterung auf Graphebene
  9. Spam-Filter basierend auf Kompressionsmodellen
  10. Erkennung von Bot-Netzen
  11. Web-Spam und Trust-Rank
  12. Betrugserkennung in Online-Auktionen

Termine für das Blockseminar?

- Deadline 1. Version Ausarbeitung: 28. Mai
- Deadline Endversion Ausarbeitung, 1. Version Folien: 18. Juni
- Seminarvorträge: 1./2. Juli (Proseminar/Seminar) (?)

« Mai 2010 »

S	M	D	M	D	F	S
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

« Juni 2010 »

S	M	D	M	D	F	S
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	**21**	**22**	**23**	**24**	25	26
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

« Juli 2010 »

S	M	D	M	D	F	S
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	**23**	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7