

„Vierzig Jahre Mustererkennung“

1969 - 2009

Udo Miletzki

Präludium Vor 1969

Vierzig Jahre Mustererkennung – Präludium

Karl Steinbuch: “Lernmatrix” und “Informatik”

Lernmatrix 1961

- Modell lernfähiger Systeme, das aus zwei sich kreuzenden Scharen von Leitungsdrähten besteht, in deren Kreuzungspunkten sich bedingte Verknüpfungen bilden können.
- In der **Lernphase** werden dem System gleichzeitig Eigenschaftsmengen und die dazugehörigen Bedeutungen zugeführt.
- Die Lernmatrix ordnet dann in der **Kannphase** z. B. einem beliebigen Satz von Eigenschaften die ähnlichste zu.



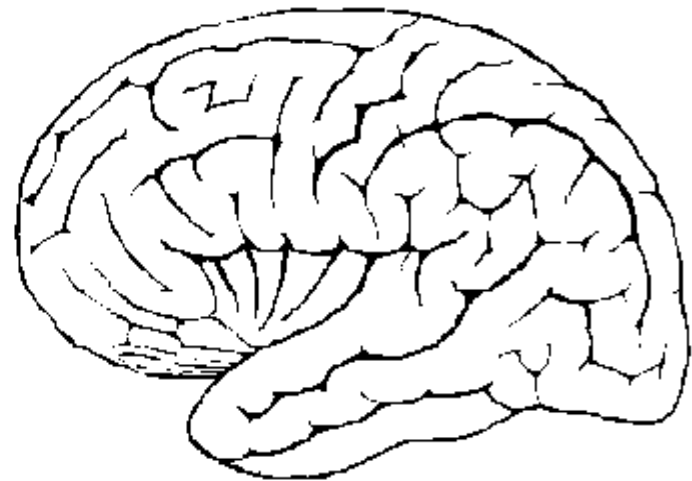
Prof. Karl Steinbuch 1968,
Universität Karlsruhe

* 1917 † 2005

Das Vorbild: Biologische Neuronale Netze

Gekennzeichnet durch

- Große Anzahl von Neuronen (einfache Prozessoren)
- Große Anzahl von Verbindungen pro Neuron
- Daten werden bei der Übertragung durch Synapsengewichte verändert
- Lern- und Anpassungsfähigkeit
- Informationsverteilung auf große Netzbereiche



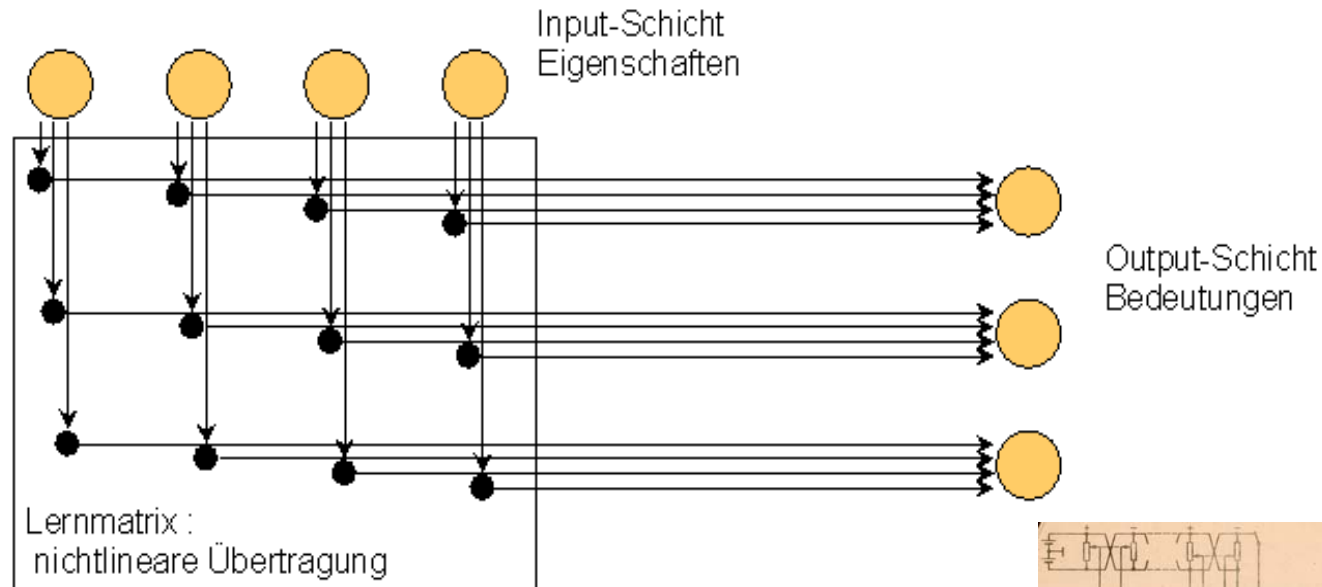
Vierzig Jahre Mustererkennung – Präludium

1961: Die Lernmatrix von Karl Steinbuch

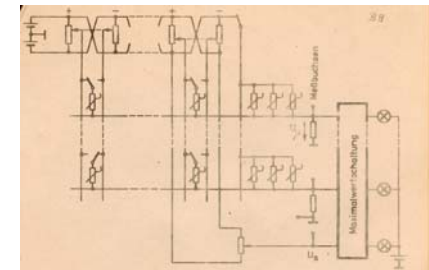
Die technische Nachbildung: künstliche Neuronale Netze

(K. Steinbuch : Die Lernmatrix. Kybernetik 1 (1961) 36-45)

- nichtlineare Gewichte

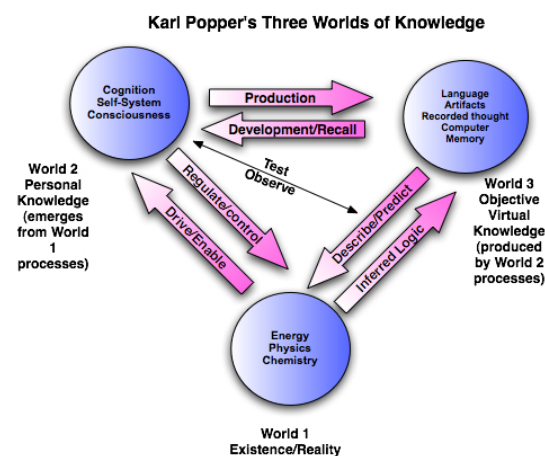
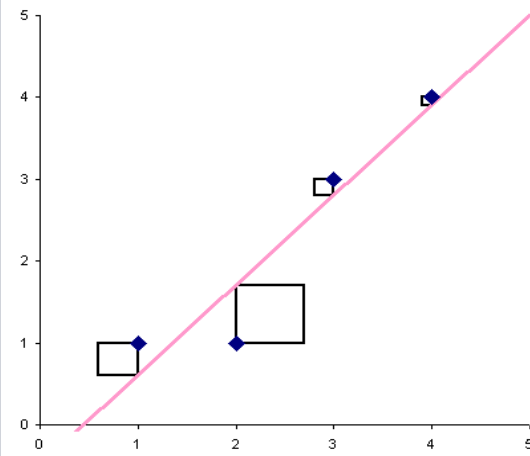


- Lernen nach der Hebb-Regel
- Rückkopplungen können eingebaut werden



Vierzig Jahre Mustererkennung – Präludium

Philosophen / Mathematiker/ Naturwissenschaftler



Invention 1969 - 1979

Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

1969: Codiererinnen an Mechanischen Codierstationen

SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

1978 – 2008: Produktentwicklung vom PT-AL zum OMS

SIEMENS



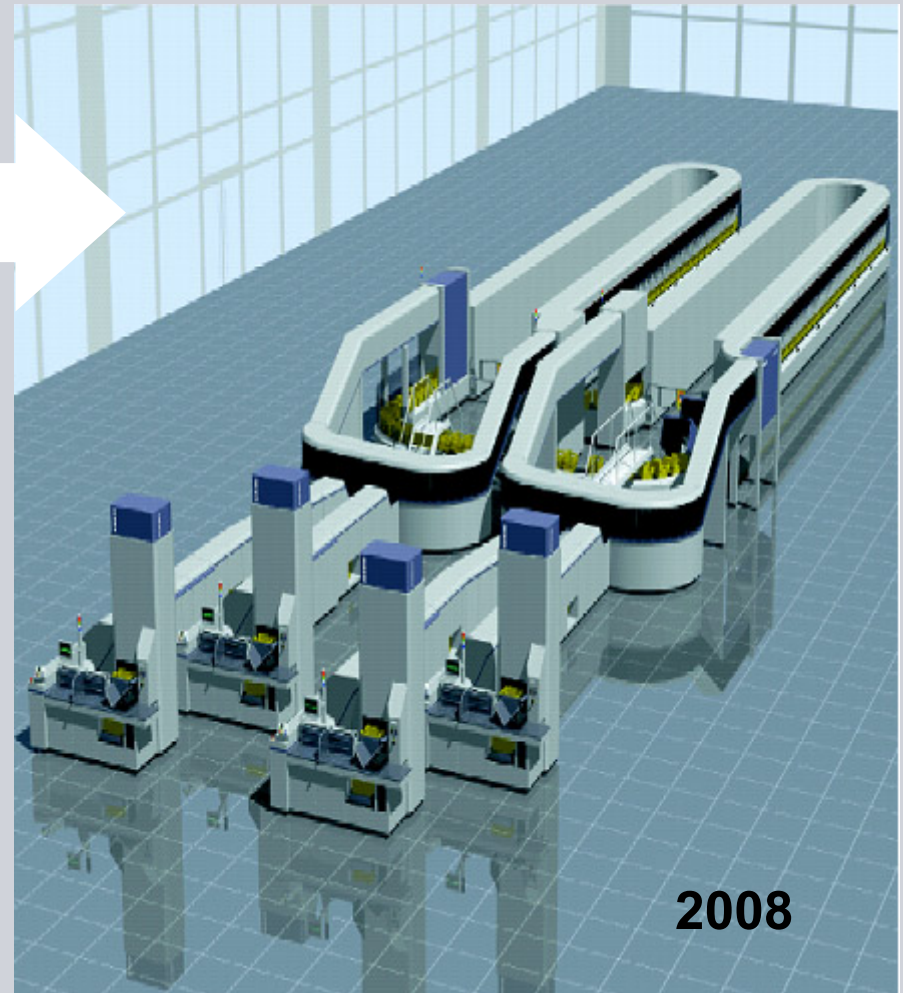
OMS

Open Mail

Handling System

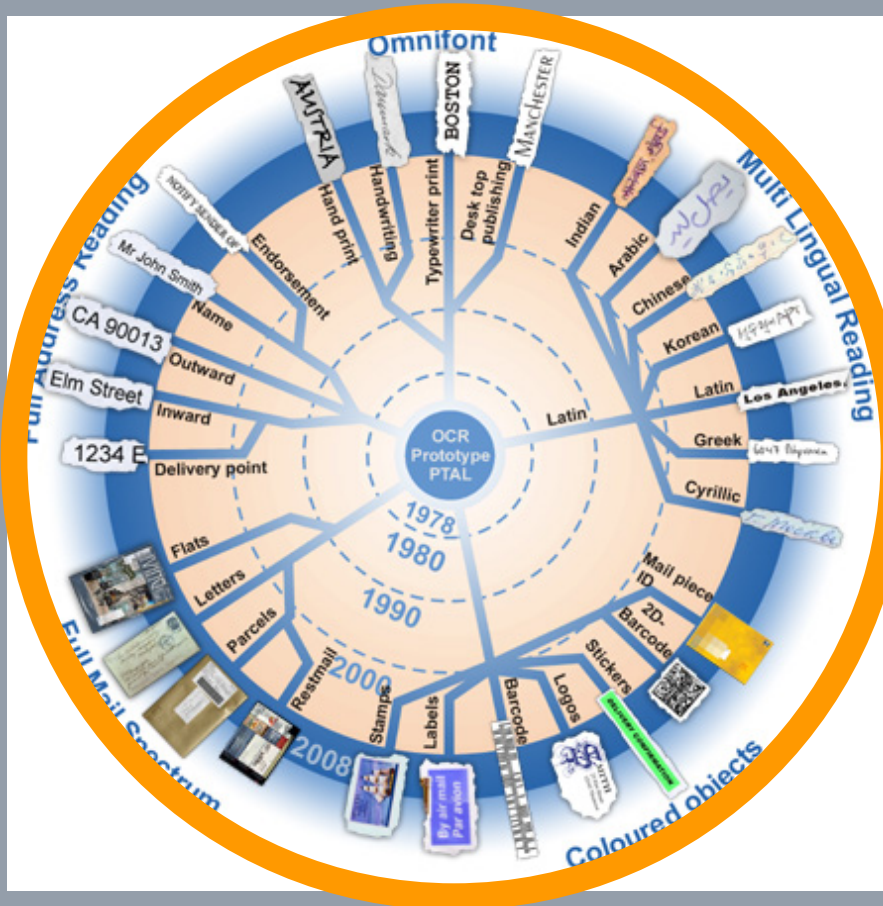
Für Standardbriefe und Flats

- ARTid: Identifiziert den Brief am Bild (no barcode)
- ARTread: Liest alles Relevante mit



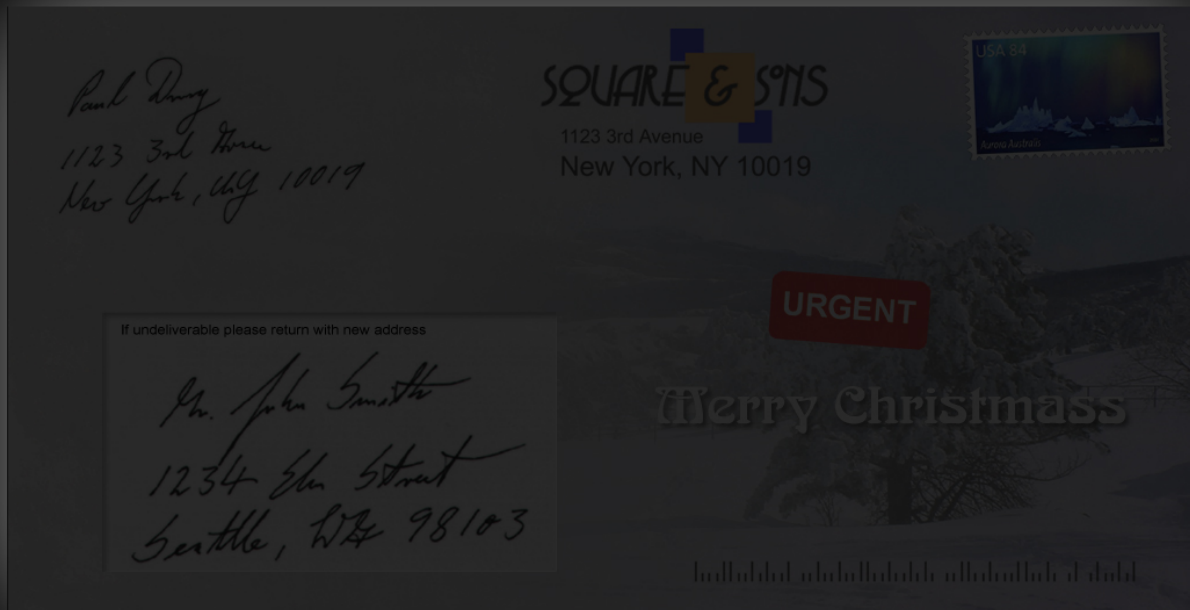
Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention Genesis des Adresslesers

Genesis



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention Es werde Licht...

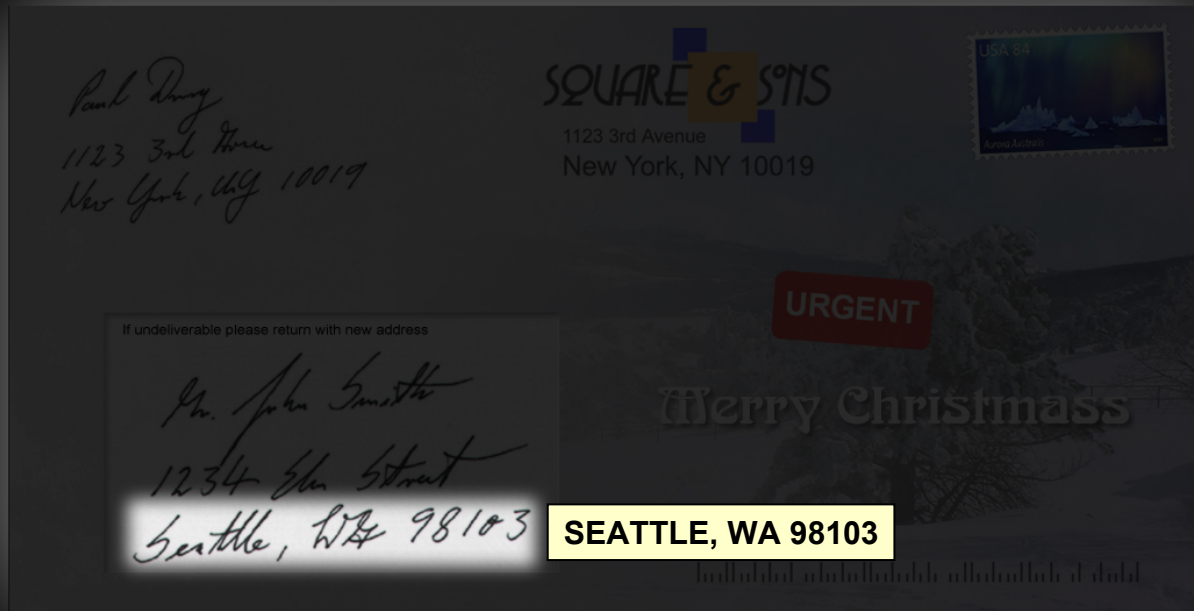
SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

1978: erster Addressleser weltweit - Abgangszeile

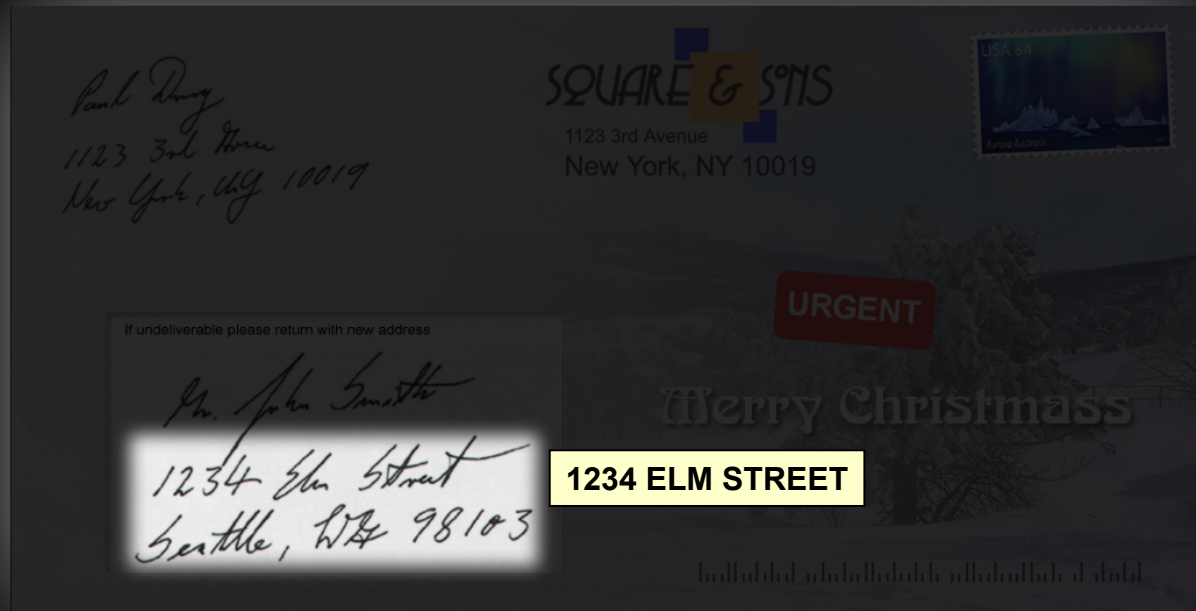
SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

SIEMENS

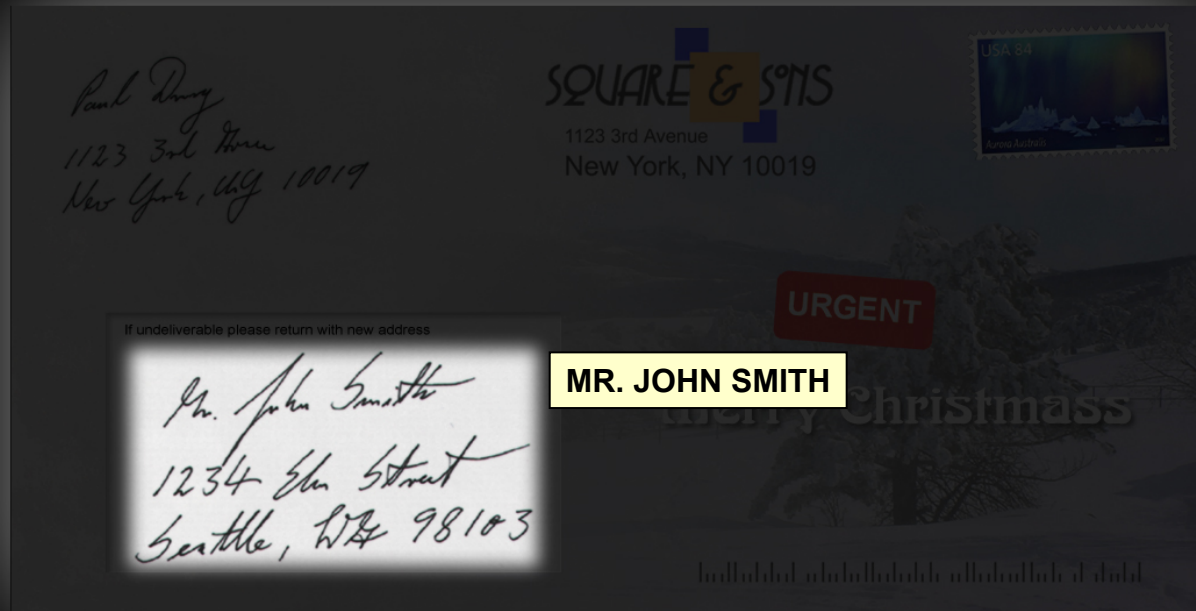
1982: erster Addressleser weltweit – Abgang und Eingang



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

1984: erster Multi Line Reader

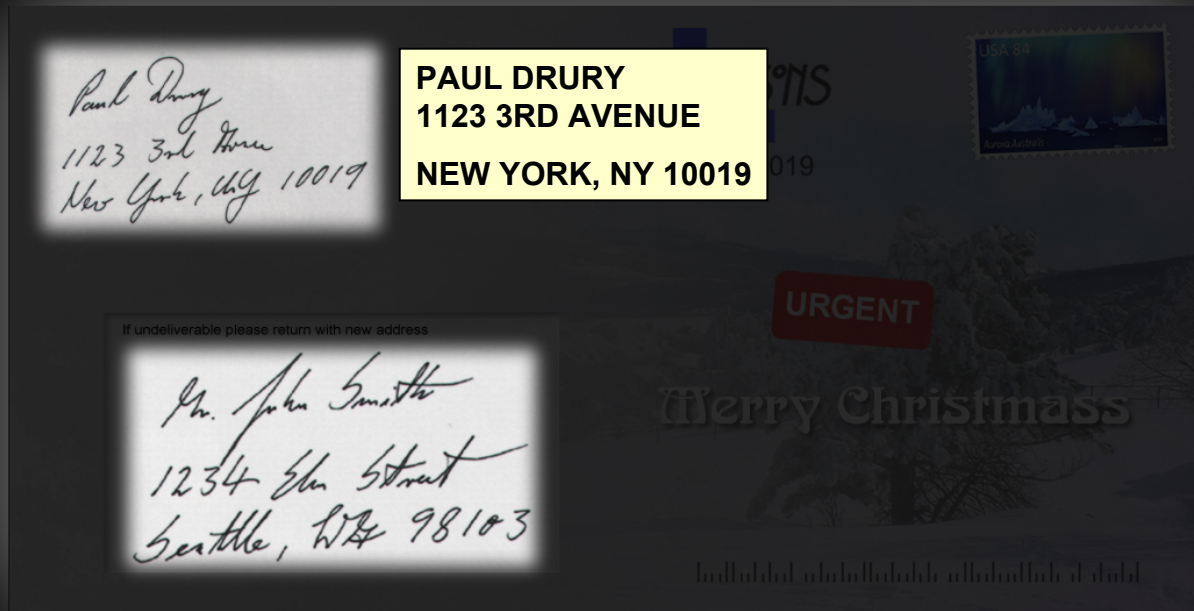
SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

1996: erster Nachsendeleser mit Absenderlesen

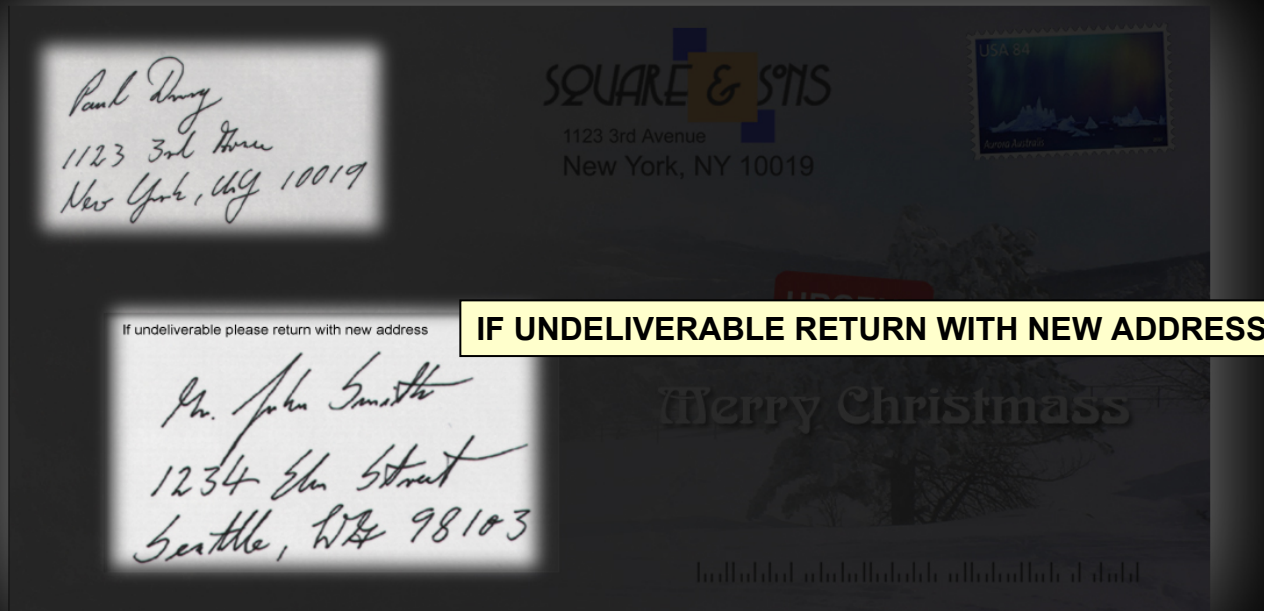
SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

1998: Erster Full Text Reader

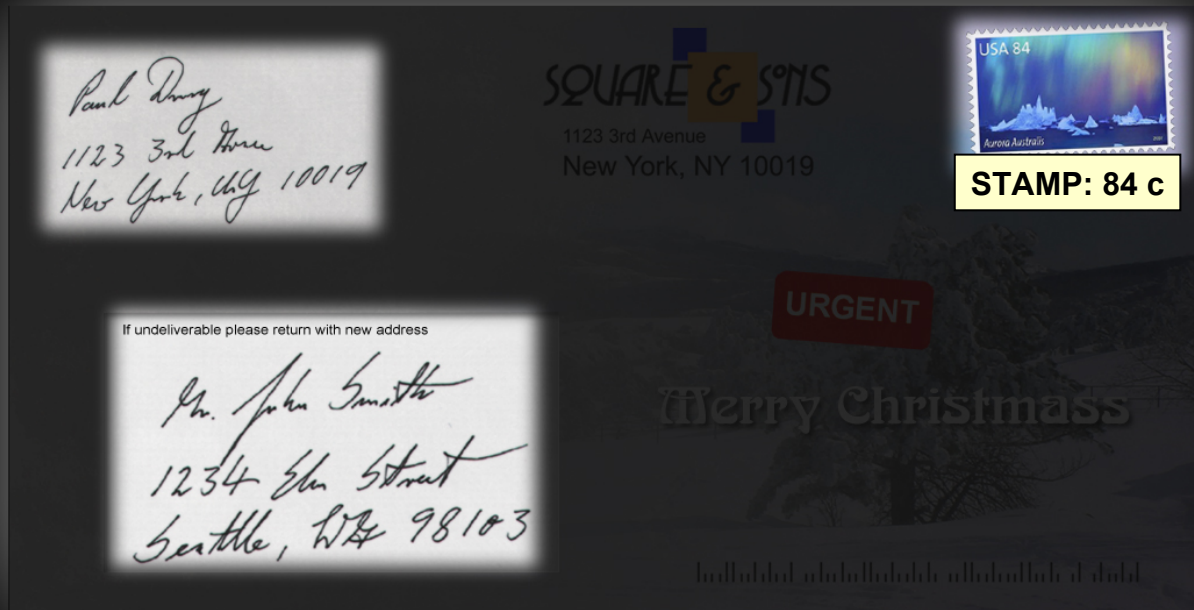
SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

1999: Erster Text-und Graphikerkenner

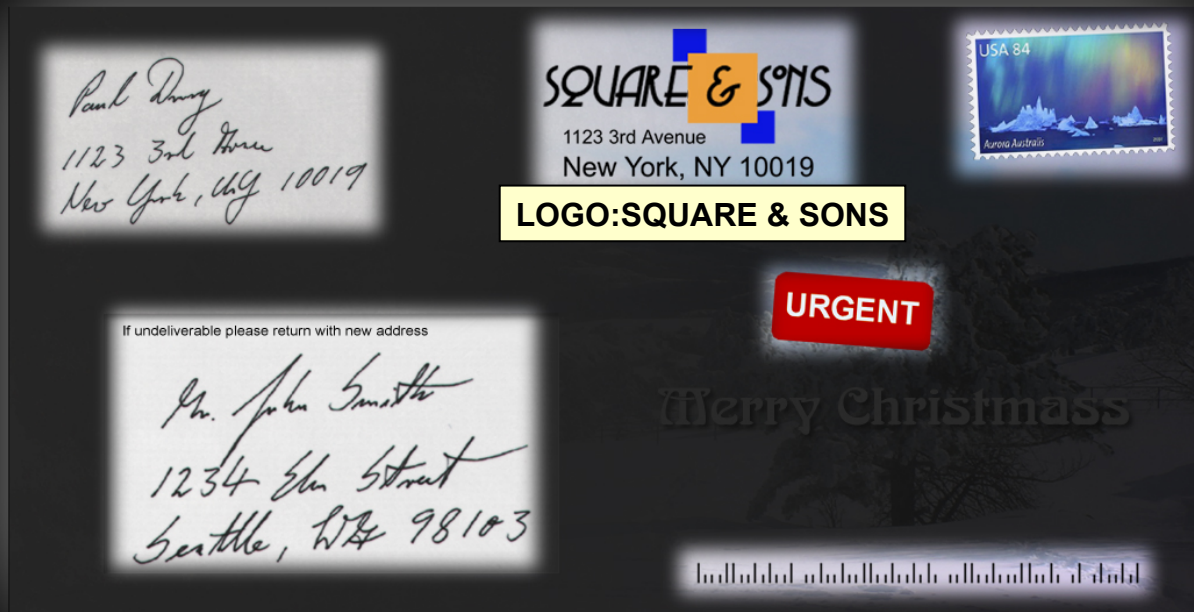
SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

2004: Erster Text-und Graphikerkenner incl. Logos

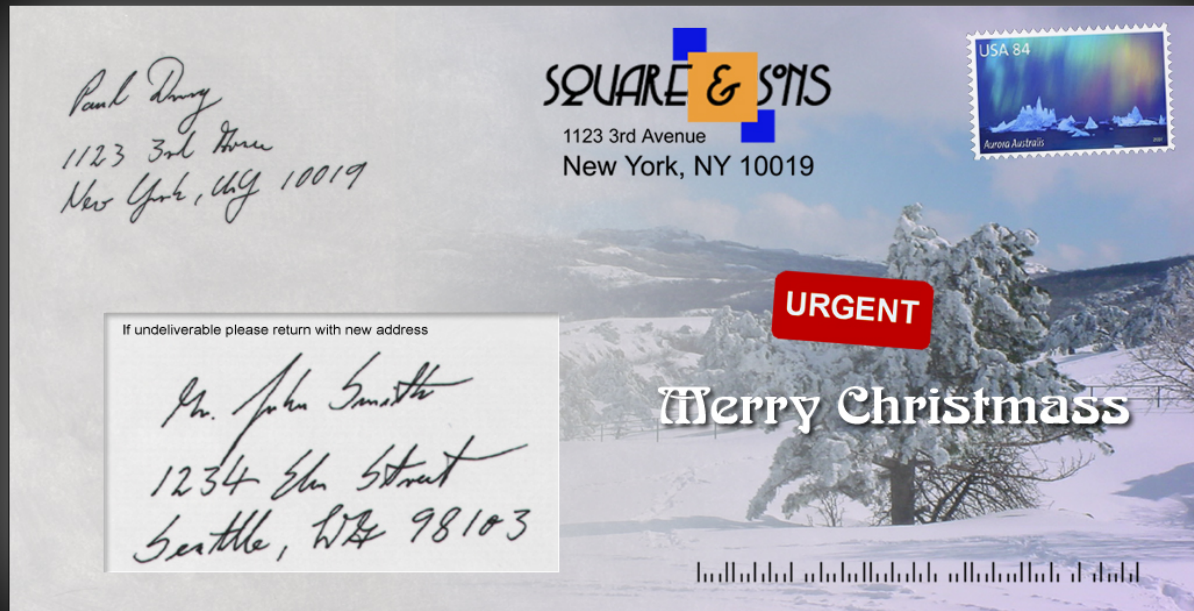
SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

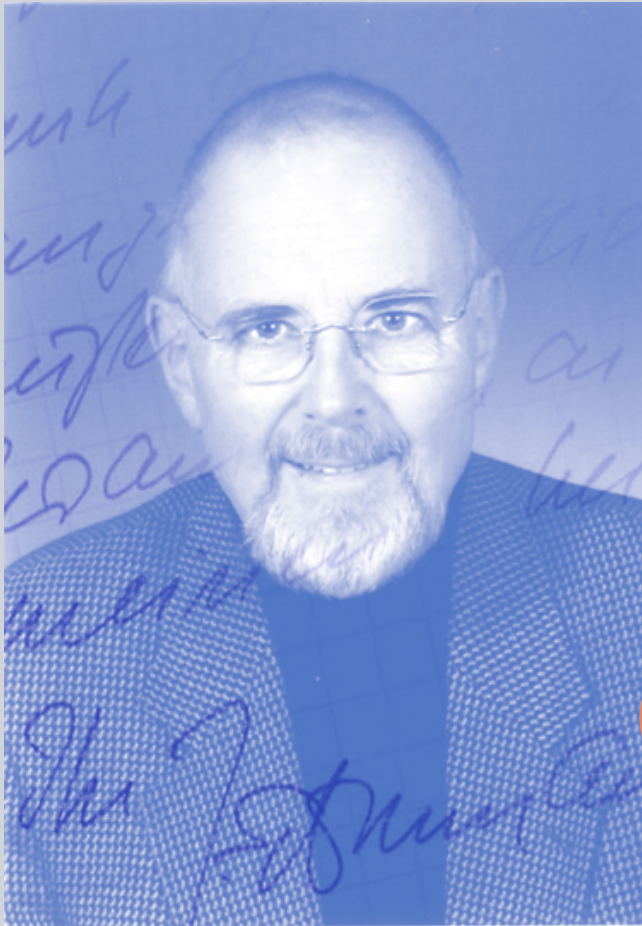
2008: Erkennung der ganzen Info auf beiden Seiten

SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

Basics: Schürmann Polynomials



Jürgen Schürmann (1934-2001)

Basics

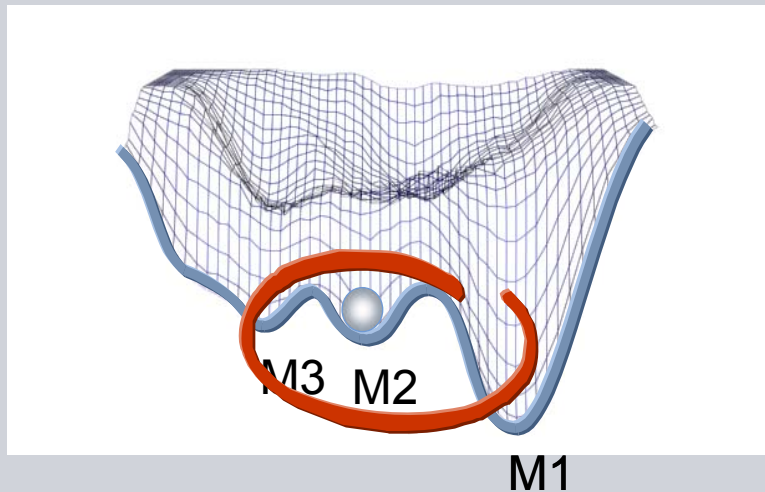
$$\text{prob} (y \mid v) \cong d (v) = E (y \mid v)$$

$$S^2 = E \{ | d (v) - y |^2 \} = \min$$

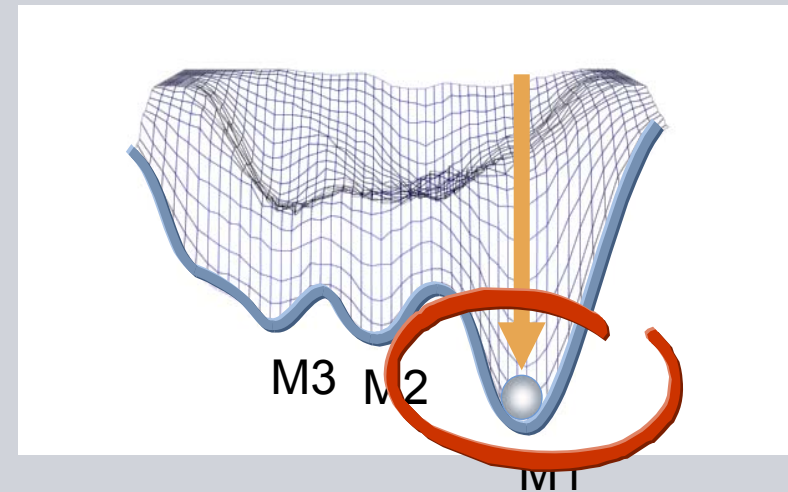
$$M_{xx} * A = M_{xy}$$

$$d = A^T * x$$

Comparison Neural Network vs. Polynomial Classifier



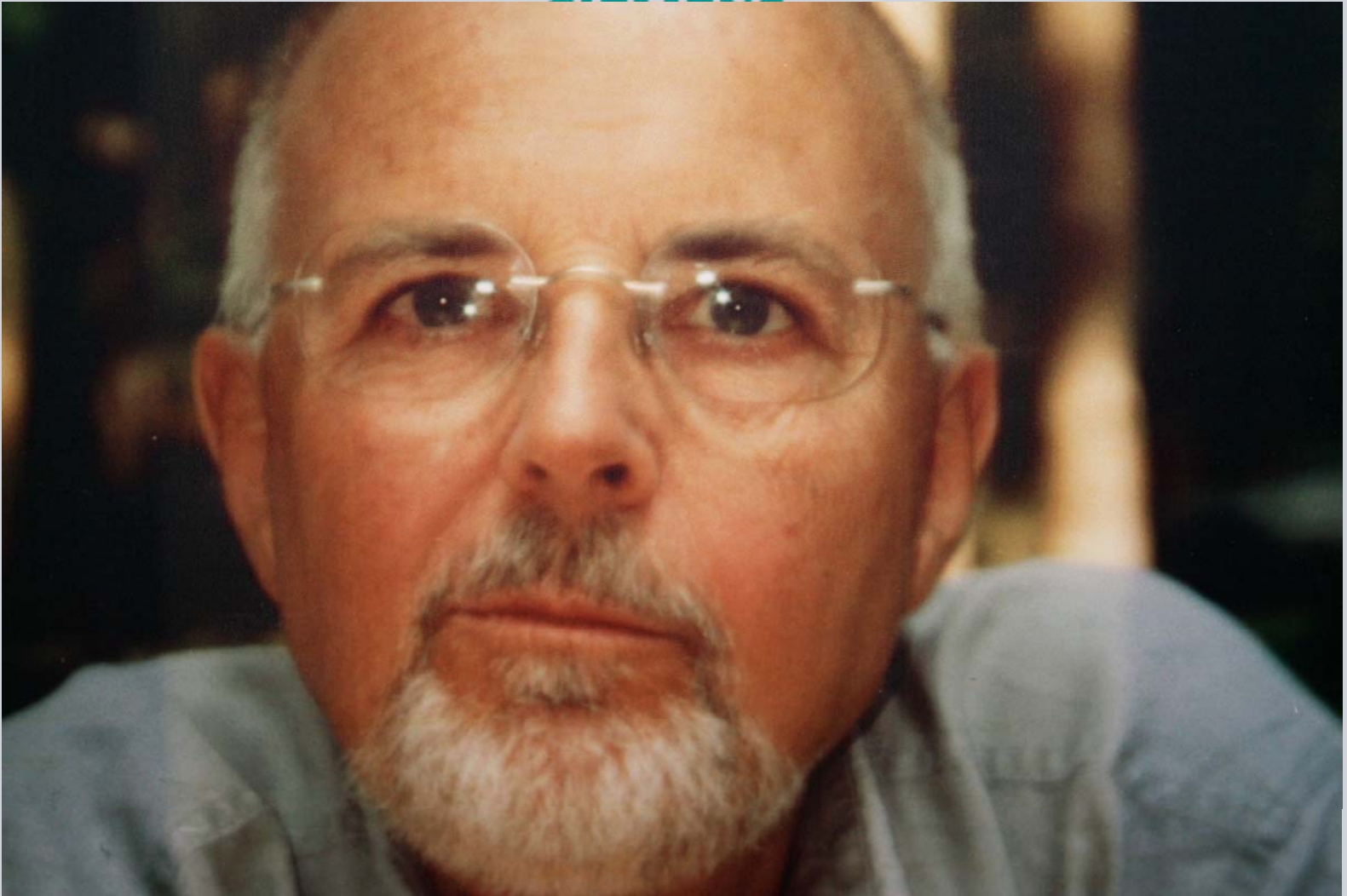
(a) Neural network



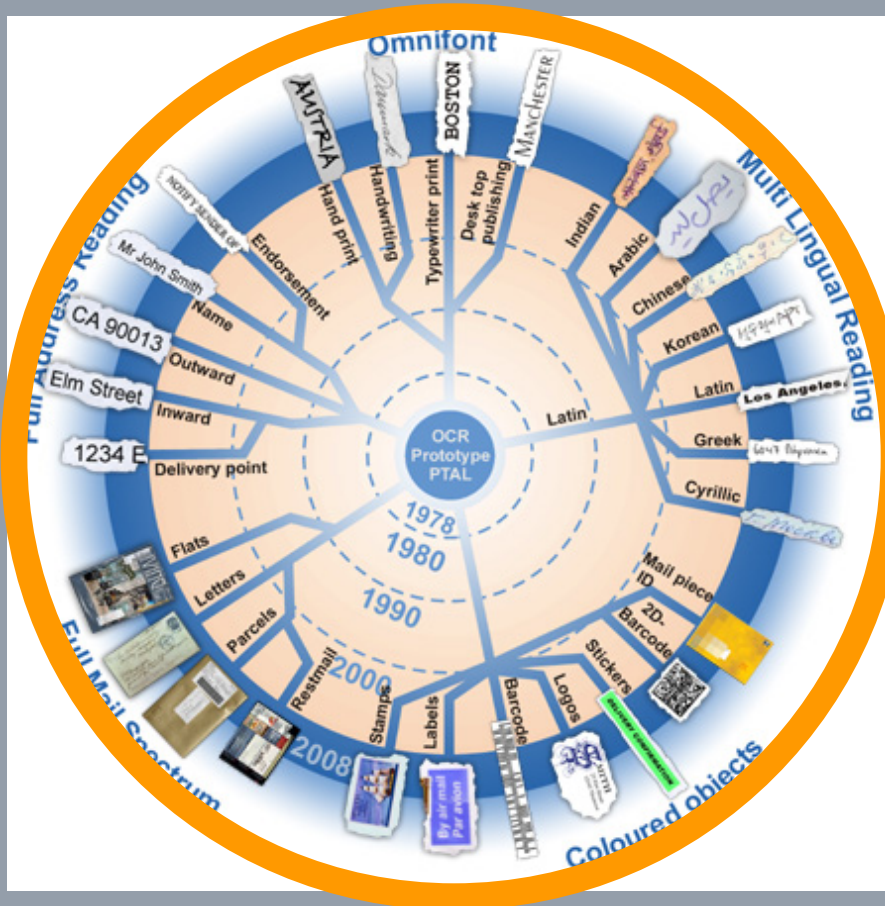
(b) Polynomial classifier

Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention Anwendungen: Schürmann Polynomials

SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention From singlefont to omnifont I



From singlefont to omnifont

Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

From singlefont to omnifont II

1 font:

PITTSBURGH, PA 15208

100 fonts:

NEW YORK

Ziegelstr. 1

Wiesbaden

10.000 fonts:

Los Angeles
Chicago
Boston
Philadelphia
St Louis
Dallas
Atlanta
Las Vegas
SEATTLE

Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention Technologie-Führerschaft durch PT-AL

SIEMENS

Micro-
Programmier-
bares
Rechen und
Steuerwerk
PRORUS

Erster high
speed 2-Bit-
Slice-
Processor
(INTEL 3000)

Ca 4000
Exemplare
geliefert (in
AL880 &
VCB880)



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention 1976 Die PT-AL Pioniere...

SIEMENS



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

1976 Die Anschriftenleser-Pionierzeit – der TR440

Wer durch den **Dschungel der Mustererkennung** wollte, musste sich die **Machete selbst bauen**, d.h.

- Die erste Digitalcamera: die Zeilencamera
- Die ersten Spezialrechner für hochperformante OCR (10 Briefe pro sec)
- Geeignete Peripheriegeräte
- kurz: **die gesamte Entwicklungsinfrastruktur**
- sowie **alle verfügbaren TR440-Rechenzentren** belegen



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

1976 Die Anschriftenleser-Pionierzeit – die Camera

Mein erstes Digitalphoto

- aufgenommen mit der Zeilencamera des PT-AL von Peter Stamm
- Ausgedruckt am Schnelldrucker
- Die schwarzen Pixel als Quadrat-Zeichen gedruckt



Vierzig Jahre Mustererkennung – Invention

Juni 1979: Erster Handziffern-Test in Wiesbaden

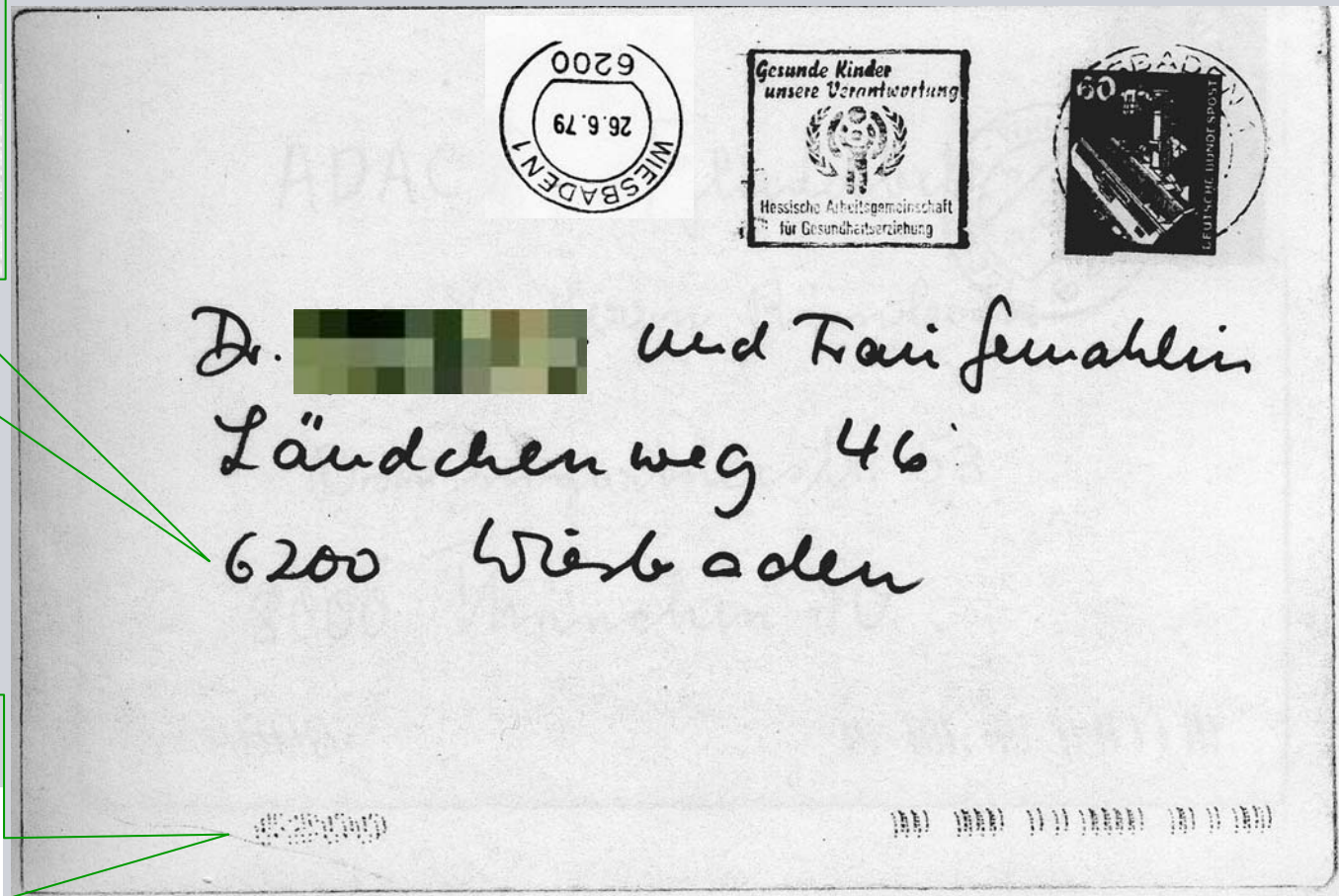
SIEMENS

Input:

6200

Ergebnis:

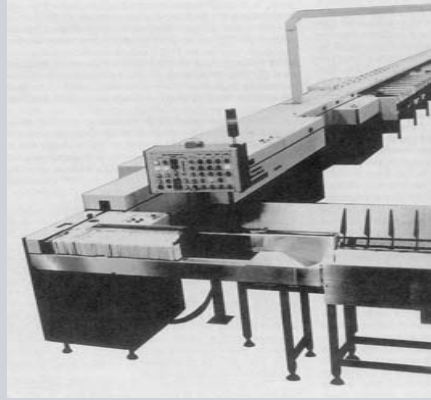
6200



Thema mit Variationen 1979 – 1989

Vierzig Jahre Mustererkennung – Thema mit Variationen **SIEMENS**

Öffentliche Förderung für Leser-Produkte



Das Internet der Zukunft soll aus Deutschland kommen

FORSCHUNG: Das Wirtschaftsministerium hat kürzlich sechs Anwendungsszenarien des semantischen Forschungsprogramms Theseus präsentiert. Sie werden im März auf der CeBIT im „Future Parc“ in Halle 9 öffentlich gezeigt. Die Teilprojekte befinden sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien. Offizieller Start der Entwicklung war im Oktober 2007.

VON NACHRICHTEN, BERLIN, 20.2.08, POK

„Theseus soll die Basis für das Internet der Dienste, einen Zukunftsmarkt, bereiten. Unser Ziel ist daher die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft“, sagte Andreas Goerdeler, im federführenden Wirtschaftsministerium Leiter des Referats Entwicklung konvergenter Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT).

Thomas Niessen, Direktor des The-

seus-Programmbüros: „Wir haben die Möglichkeit, etwas grundlegend Neues zu bauen. Es gibt die Chance, damit die Arbeitswelt in fünf Jahren grundlegend zu ändern.“ Die Projektpartner (darunter auch SAP und Siemens) böten ein „einzigartiges Ökosystem“ und die für ein Forschungsprojekt untypische Gewähr einer starken Marktorientierung.

Die sechs Theseus-Einsatzgebiete für die semantischen Technologien, sind breit gestreut: Von der Ordnung und Auswertung digitaler Informationen in großen Datenmengen, z.B. zur Patentrecherche, über eine bessere medizinische Diagnostik bis hin zur Digitalisierung von Kulturgütern reicht die Palette.

Für Unternehmen interessant ist das Anwendungsszenario Processus. Dabei wird erforscht, wie man das im Betrieb verfügbare Wissen besser nutzen kann. Ziel ist eine IT-gestützte Unternehmenssteuerung, die den Vergleich von Produkten, Lösungen und Geschäftspartnern sowie das Aufspüren von Wissen ermöglicht. Dabei werden die Grundlagen für eine semantische Plattform erarbeitet, die den gezielten Zugriff auf unstruk-

tureierte Daten möglich macht, die zum Beispiel in E-Mails, Protokollen oder Angeboten vorliegen. Am Beispiel einer Angebotserstellung für den Bau einer Getränkeabfüllanlage wurde gezeigt, wie das kontextabhängige Content-Management funktioniert. Die jeweils pas-

senden Informationen können schnell und effizient bereitgestellt und automatisiert aus den Geschäftsabläufen abgeleitet werden. Das System lernt mit und ist in der Lage, nach Eingabe der nötigen Parameter binnen 20 s ein ca. 30-seitiges Angebot zu erstellen.

Projekt Theseus

Theseus ist ein vom Wirtschaftsministerium initiiertes Forschungsprogramm mit dem Ziel, eine neue internetbasierte Wissensinfrastruktur zu entwickeln und die Grundlagen für das „Internet der Dienste“ zu schaffen. Es ist das größte Projekt der Bundesregierung in den Informations- und Kommunikationstechnologien und wurde im Dezember 2006 auf dem IT-Gipfel vorgestellt. Ziel: Anwendungsorientierte Basistechnologien und technische Standards sollen erar-

beitet und erprobt werden. Als Ergebnisse werden neue Produkte, Tools, Dienste und Geschäftsmodelle für das Web erwartet. Im Fokus stehen semantische Technologien. Das Programm hat eine Laufzeit von fünf Jahren und wird vom Wirtschaftsministerium mit 100 Mio. € gefördert. Die Mittel verteilen sich je zur Hälfte auf Wissenschaft und Wirtschaft. Weitere 100 Mio. € werden als Eigenmittel der beteiligten 30 Partner aus Industrie und Forschung aufgebracht.

Erste Ausgründungen aus dem Programm habe es bereits gegeben, teilte Wolfgang Wahlster, Vorsitzender der Geschäftsführung des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI), mit. Den Kreis der momentan beteiligten 30 Theseus-Partner will man auf den Mittelstand ausdehnen, 65 Firmenanträge lägen bereits vor.

Einen technischen Fortschritt machte das Internet der Dienste in der vergangenen Woche, als das W3C-Konsortium einen neuen Standard für die multimodale Ein- und Ausgabe veröffentlichte. Dadurch wird es möglich, mit beliebigen Endgeräten auf das Internet der Dienste zuzugreifen. Die Spezifikation EMMA (Extensible Multimodal Annotation) fördert die Entwicklung von Webanwendungen, die mit Handschrift, natürlicher und künstlicher Sprache, Touchscreens und Gestik umgehen können. Das macht EMMA besonders für den Mobilfunk interessant. Theseus hat laut Wahlster den Standard mitentwickelt und wird ihn künftig verwenden.

ULRICH HOTTELET

► <http://theseus-programm.de>

Vierzig Jahre Mustererkennung – Thema mit Variationen **SIEMENS**

OCR History – from mainframe to office and mobile device



1978: PT-AL



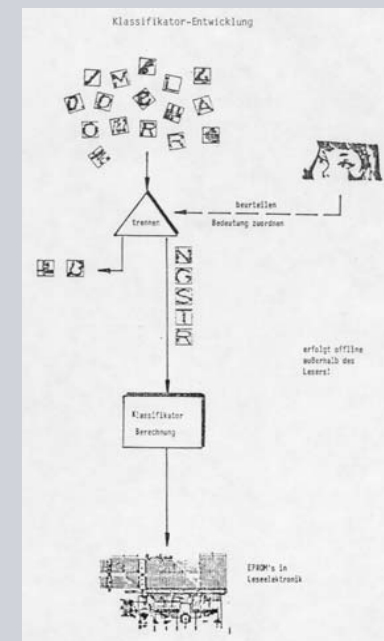
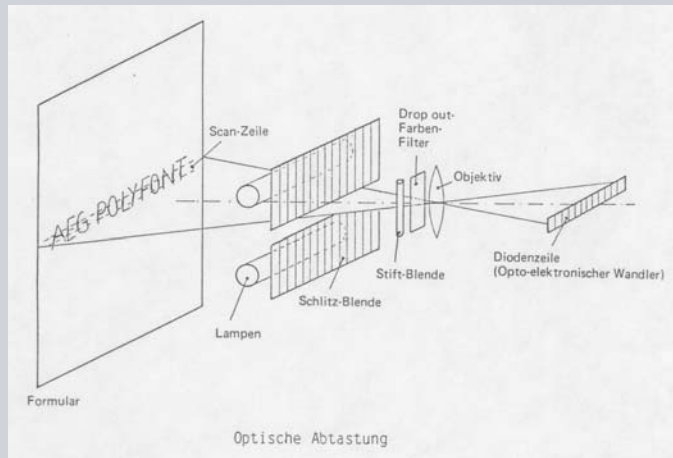
1983: BL and FL



2009: ANPR and Script

Vierzig Jahre Mustererkennung – Thema mit Variationen **SIEMENS**

Der Blatt- / Formularleser



1982-84

1984-1989

1995-1998

1999-2002

Allegro 1989 - 1999

Vierzig Jahre Mustererkennung – Allegro

..auf dass zusammenwachsen, was zusammengehört

In Berlin fällt die Mauer ...

Und die Mustererkennung Ost und West wachsen zusammen:

Das beschert uns u.a. Dr. Hanisch aus der ehem. Akademie der Wissenschaften und mit ihm...

- eine effizientere Klassifikatorstruktur mittels Clusteranalyse
- die X-Y-Merkmale und einen darauf basierenden Polynom-Klassifikator

Die Perestroika in Russland beginnt ab 1986 und bringt uns Anfang der Neunziger zeitweise mit Mustererkennern hinter dem ehemaligen eisernen Vorhang zusammen:

Das beschert uns...

- Zusammenarbeit mit dem Leningrader Institut von Prof. Usilevsky auf dem Gebiet der Bildverarbeitung

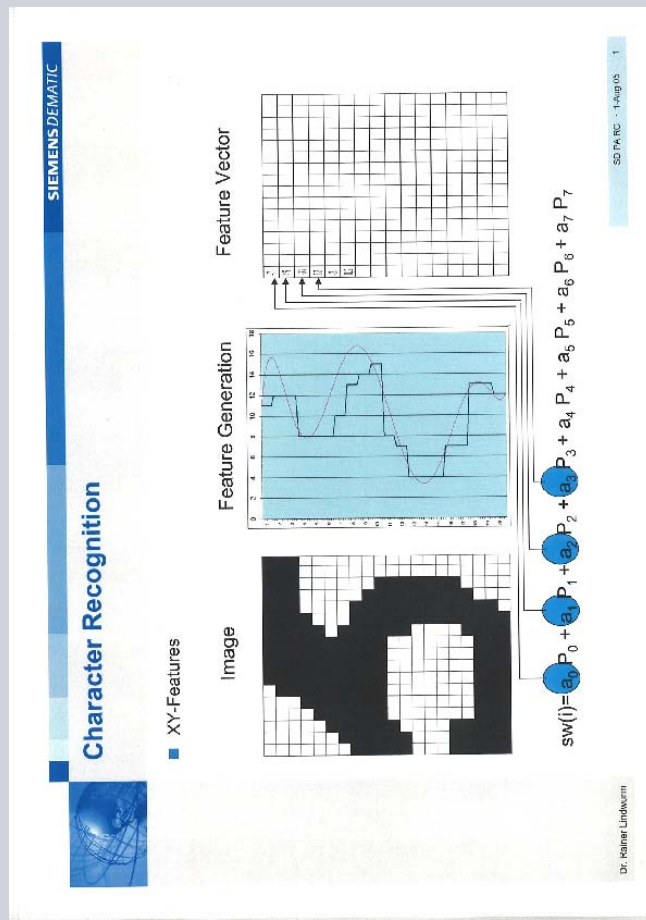
Ab Anfang der Neunziger Jahre lernen wir unseren Konkurrenten und zeitweiligen Partner

Paragraph, später **Parascript**, kennen,

- exzellente Handschrifterkennung
(basierend auf den sog. Guberman-Features)

Wir gewinnen die **SPA** aus dem ehem. Posttechnischen Zentralamt der DDR.

Vierzig Jahre Mustererkennung – Allegro ..die X-Y-Merkmale von Hanisch



X-Y-Merkmale

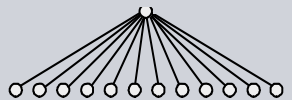
- Sn: Number of black regions per row
- Sw: Number of black pixels per row
- Sp: Mean value of blackness
- Lk: Startposition of first black region
- Rk: Endposition of last black region
- M2: Second order moment of blackness
- M3: Third order moment of blackness
- M4: Forth order moment of blackness

Vierzig Jahre Mustererkennung – Allegro

Entwicklung der Klassifikatorstrukturen über der Zeit

1-stufig

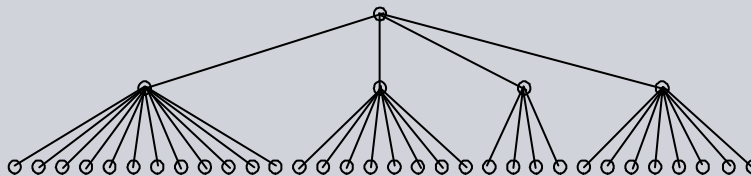
(ohne Hierarchie)



1969: erste Experimente

2-stufig

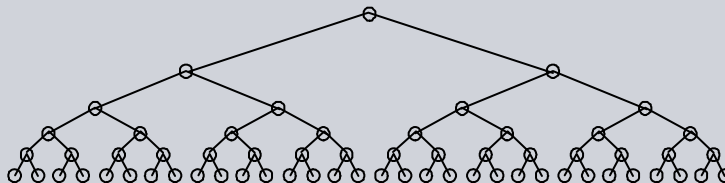
(flache Hierarchie)



**1979: sortiert nach
Typographie**

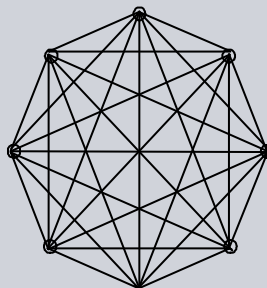
n-stufig

(voll-hierarchisch)



**1989: sortiert nach
Ähnlichkeits-Clustern**

**Jeder gegen jeden
(vollständiges Netz)**



1999: nur Ziffern

2009: alle Zeichen

In Zukunft: Variable lernende Strukturen – Lernen von der Aufgabe selbst

Vierzig Jahre Mustererkennung – Allegro

Entwicklung der Merkmale über der Zeit

Merkmale direkte transformierte

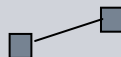
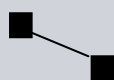
V

W

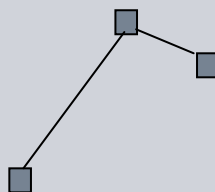
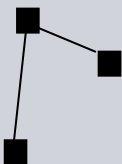
linear



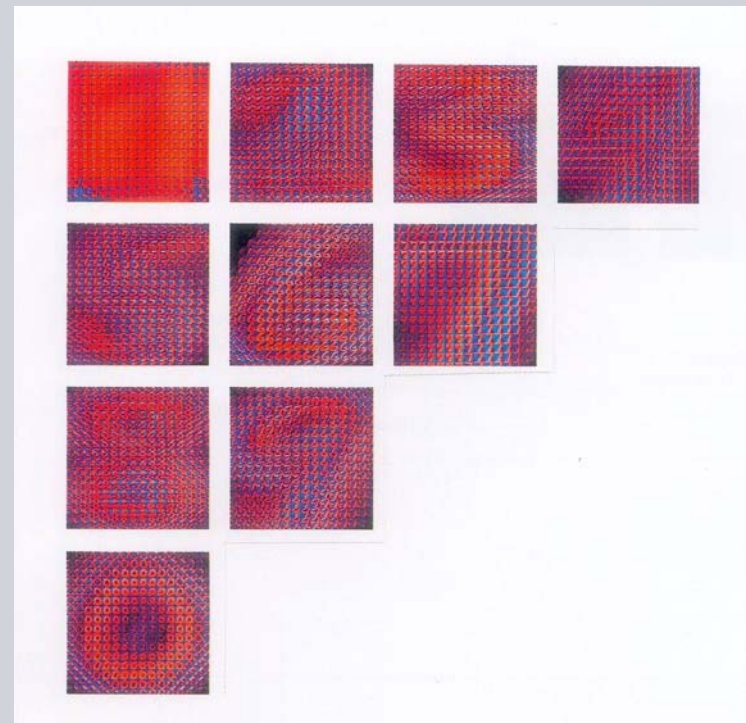
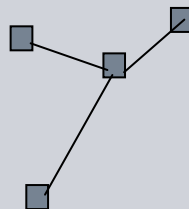
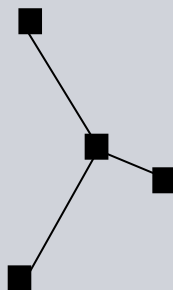
quadratisch



kubisch



4. Grades

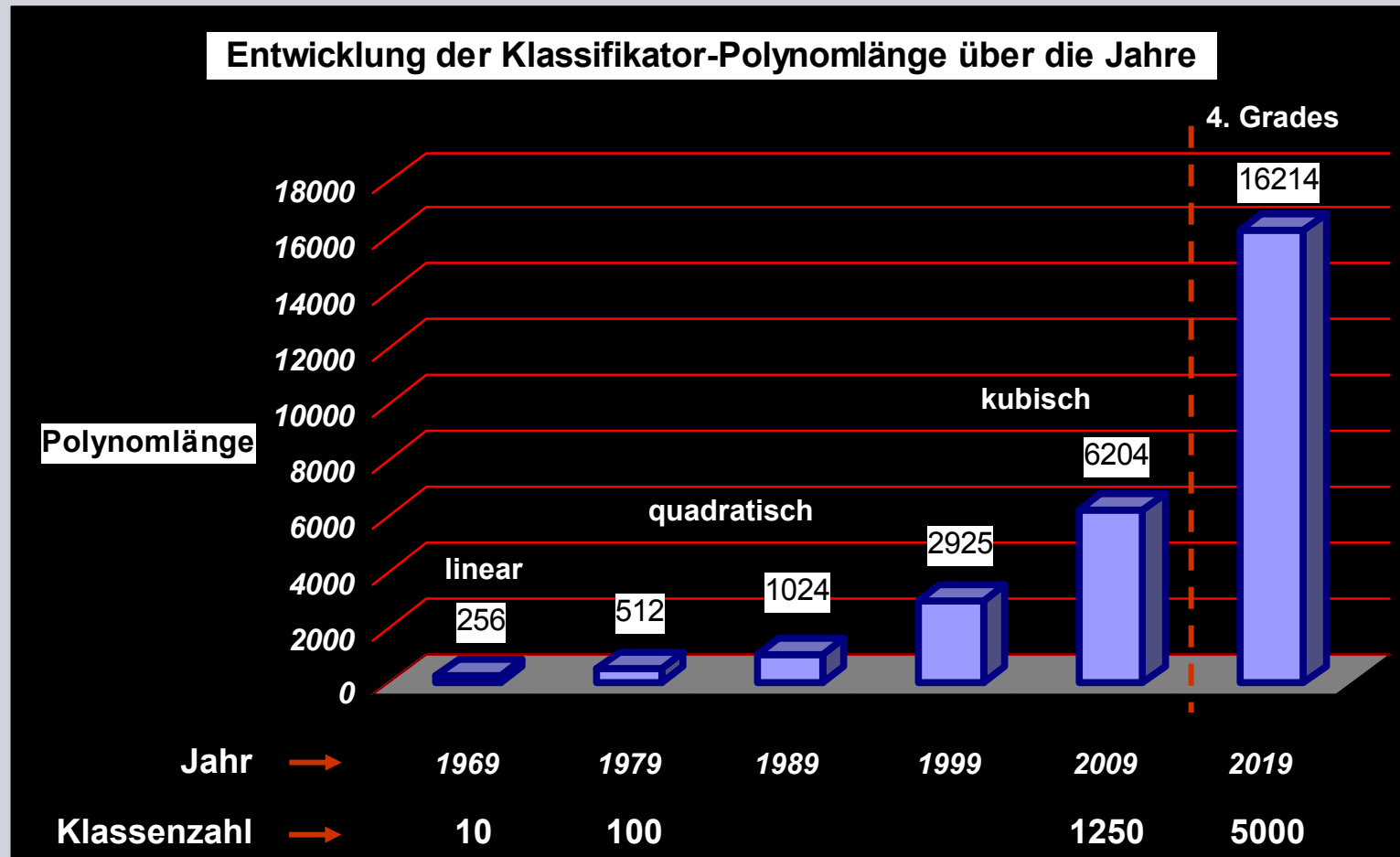


Selbstähnliche Anordnung der Merkmale
von Jürgen Franke

Nimm die einfachsten Merkmale überhaupt (Pixel) und verknüpe sie

Vierzig Jahre Mustererkennung – Allegro

Maximale Klassifikator-Polynomlänge über der Zeit



Vierzig Jahre Mustererkennung – Allegro

Lernende Syntaxanalyse von Frank Pfeiffer

200000

上海市南汇区航头镇航鹤路1858

弄75支弄31号501室

200000

newline
PCO_VAL

上海市南汇区航头镇航鹤路1858

CTY_KEY SUB_KEY LOC_KEY STR_KEY newline
CTY_VAL SUB_VAL LOC_VAL STR_VAL S2_VAL

弄75支弄31号501室

S3_VAL HNR_VAL SNO_VAL newline
S2_KEY S3_KEY HNR_KEY SNO_KEY

Vierzig Jahre Mustererkennung – Allegro Bilder aus der Urzeit von RC

SIEMENS



1987: “Aus der Urzeit, als die MusterErkenner noch dunkle Bärte trugen“



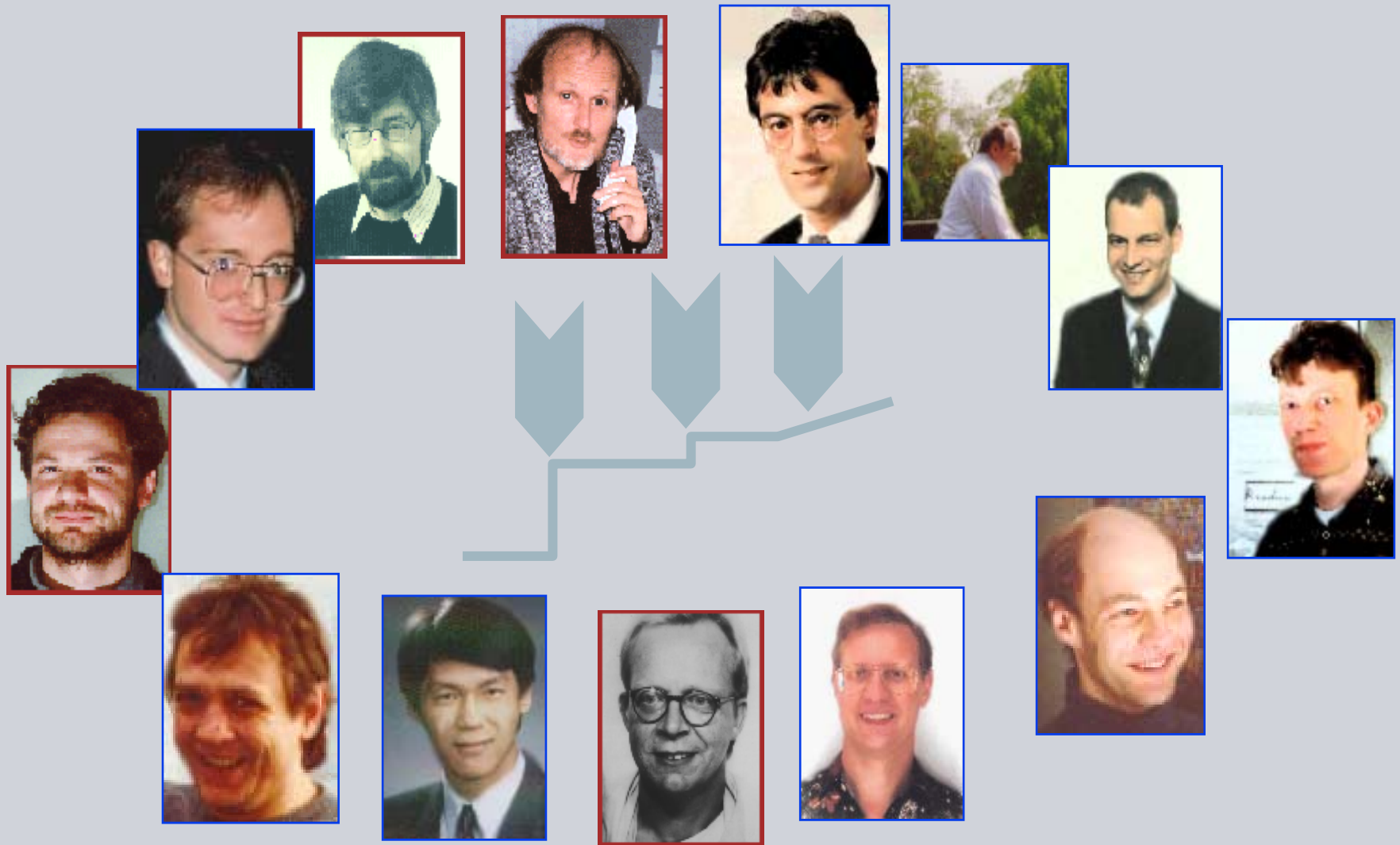
1994: Sieben Jahre später...



Vierzig Jahre Mustererkennung – Allegro

Das Algorithmen & Wissensbasen-Team 1999

SIEMENS



Finale

1999 - 2009

Nach 30 Jahren Entwickler-Dasein...

- Wechsel zum Product Line Management
- Wechsel der Sicht: vom Auftragnehmer zum Auftraggeber
- Vermittler zwischen D und S
- Entwickeln war einfach – vermarkten ist schwer

Neue Aufgaben:

- Branding: ARTread, ARTid
- Third-Party Reader: SUNY, PV, Parascript etc.
- Multi-Lingual Reader RU, UAE, KSA, CN, IN ...

Neue OCR Produkte über SIEMENS vermarkten

- Etiketten-Prüfleser: ALTANA, NYCOMED, A&D
- Handy-OCR: z.B. BusinessCard Reader oder Script Reco für SMS
 - SIEMENS – SAMSUNG – LG – NOKIA – APPLE?
- Car HMI: Handschrifteingabe
 - SV (VDO) – CONTI – SCHÄFFLER – ???

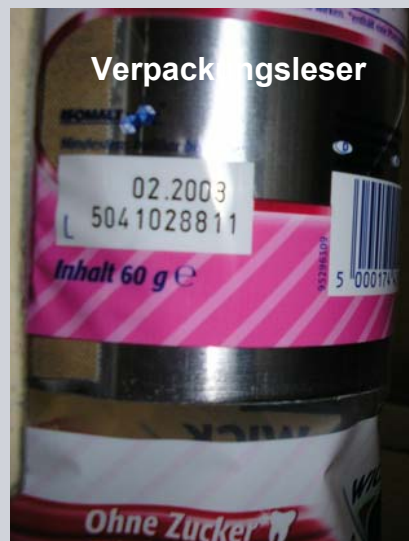
Öff. Förderung: Leuchtturmprojekt THESEUS

Vierzig Jahre Mustererkennung – Finale Schrifterkennung in neuen Umgebungen ...

SIEMENS

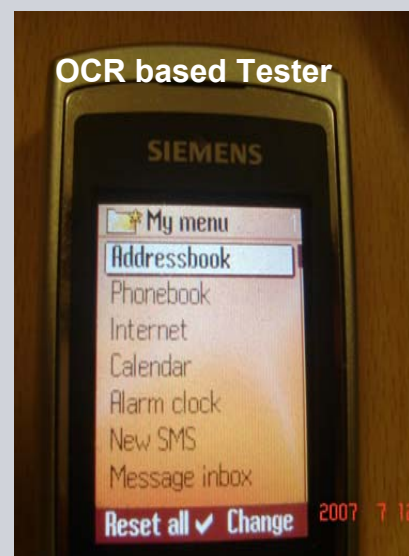


Etichette Prüfleser



Verpackungsleser

Steady OCR / OCV



OCR based Tester

Mobile OCR / OCV



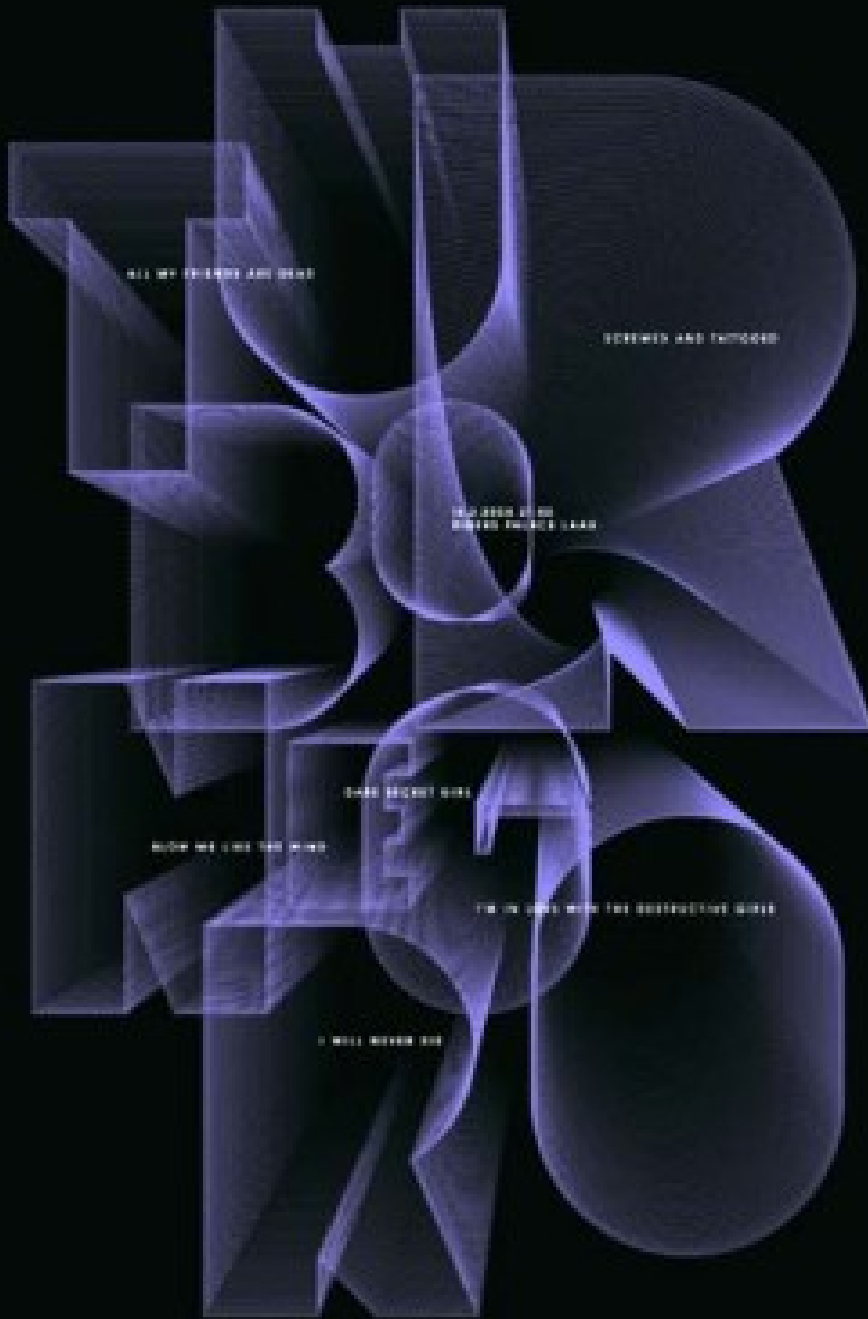
EasyCo Zentrale Bedieneinheit im Auto

Mensch ist besser

- Beim Erkennen mit Kontext
- beim freien Assoziieren
- bei ungewohnten Situationen
- beim Kombinieren und Denken
- beim Aufstellen von Hypothesen
- beim Ausschließen / Akzeptieren
„das kann nicht sein!“/ „das macht Sinn!“

Automat ist besser

- Ohne Kontext
- bei Regeleinhaltung
- bei gewohnten Situationen
- Wenn's um Geschwindigkeit geht
- beim Hypothesen-Durcharbeiten
- Unermüdlichkeit und Ausdauer
z.B. beim Tippfehlerfinden



Typo-Kunst I

Für den Menschen:

- **Lesbar oder rekonstruierbar**

Für die Maschine:

- **Unlesbar**

Quelle:

Remo Caminada

Winners of the Golden Bee 8, Moscow International Biennial of Graphic Design 2008



Finale

SIEMENS

Die Grenzen des Erkennbaren

Typo-Kunst II

Für den Menschen:

- **Durchaus Lesbar**

Für die Maschine:

- **Unlesbar**

Quelle:

Uwe Lösch

Winner of the Golden Bee 8,

Moscow International Biennial of Graphic Design

2008



Finale

SIEMENS

Die Grenzen des Erkennbaren

Typo-Kunst III

Für den Menschen:

- Schwer Lesbar

Für die Maschine:

- Unlesbar

Quelle:

Uwe Lösch

Die 100 besten Plakate 1999

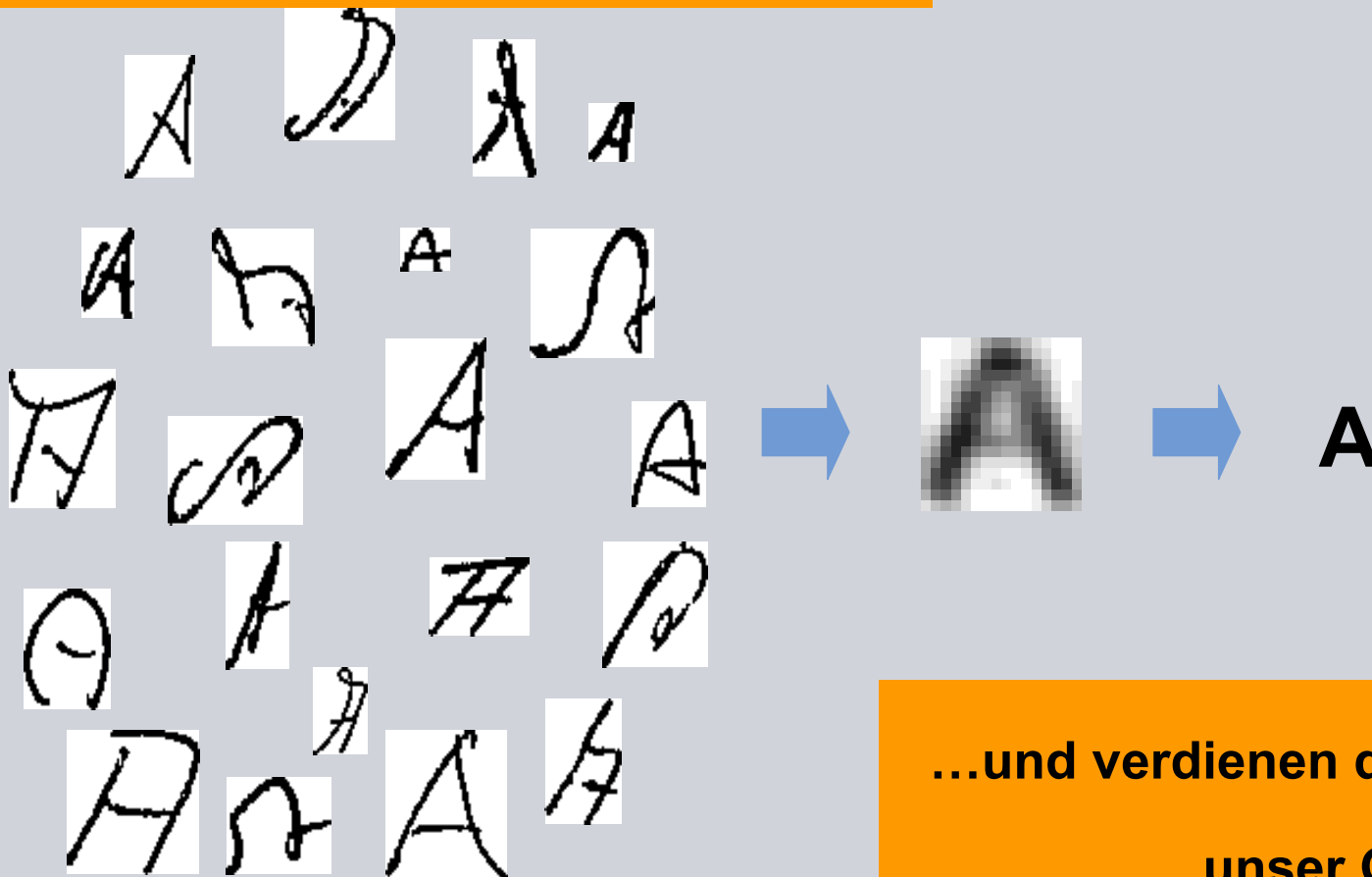
Die Grenzen des Erkennbaren: Beispiel Letra-Set A



Vieles vermögen wir nur zu erkennen, weil wir schon wissen, was es wohl bedeutet – Vorwissen oder pre-knowledge

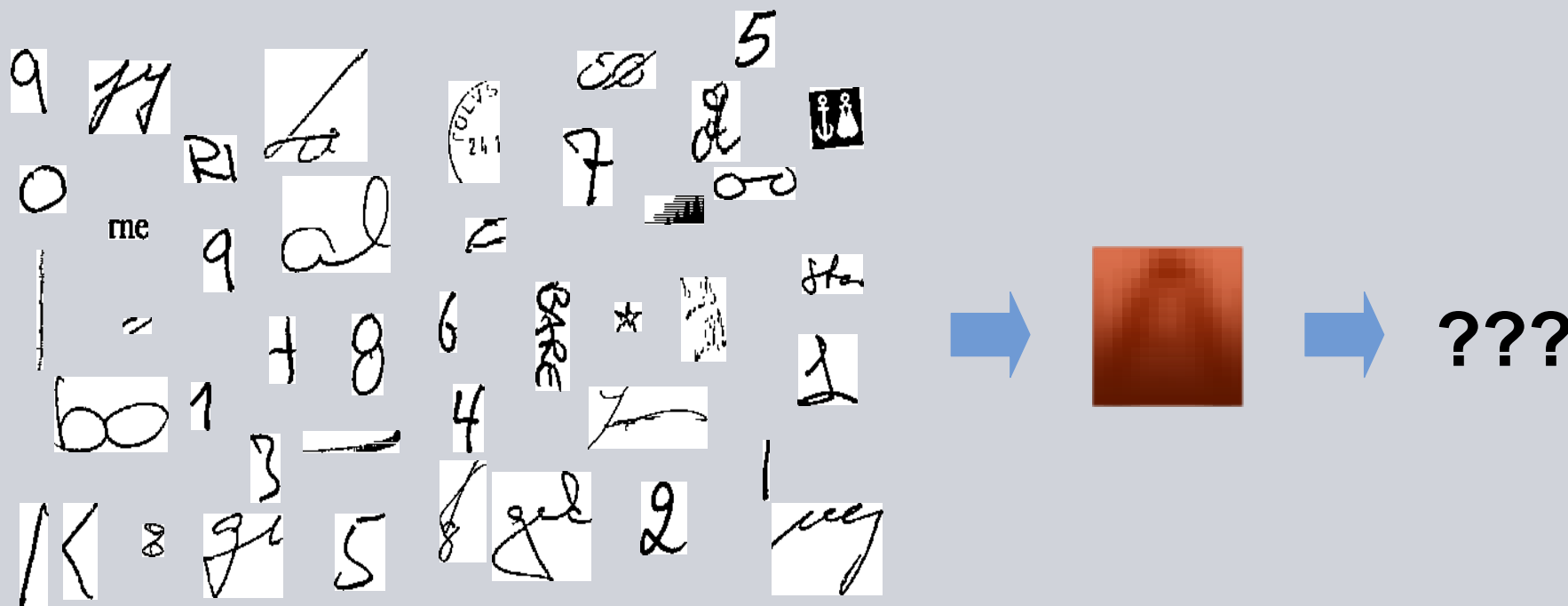
Vierzig Jahre Mustererkennung – Finale Handblockschrift: Variationen zum Thema „A“

Derartiges lesen wir heute schon tagtäglich ...



...und verdienen damit
unser Geld!

Vierzig Jahre Mustererkennung – Finale Handblockschrift: ...und was ist mit dem Segmentmüll?

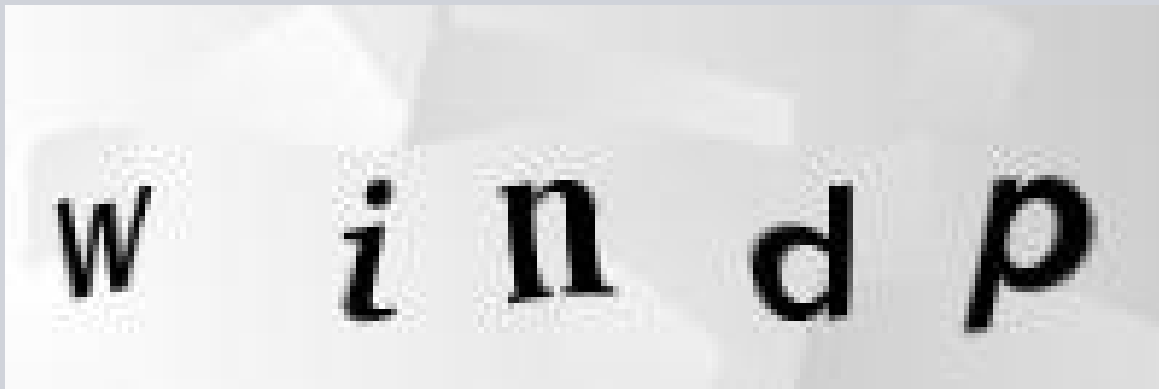


Wie kann man mit dem Erkennungsschrott Geld verdienen? Die Carnegie-Mellon-Universität in Pittsburgh machts vor:

(hir.) Beim Digitalisieren wertvoller Bibliotheksbestände sind Computer dem menschlichen Auge noch immer unterlegen ...

Eine von der Carnegie-Mellon-Universität in Pittsburgh entwickelte Methode nutzt die Hilfe von Millionen Internetnutzern, um antiquarische Bücher und Zeitungsartikel in digitale Textdateien zu transkribieren.

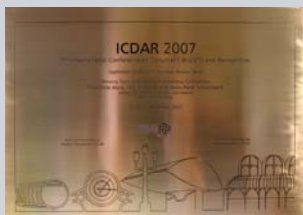
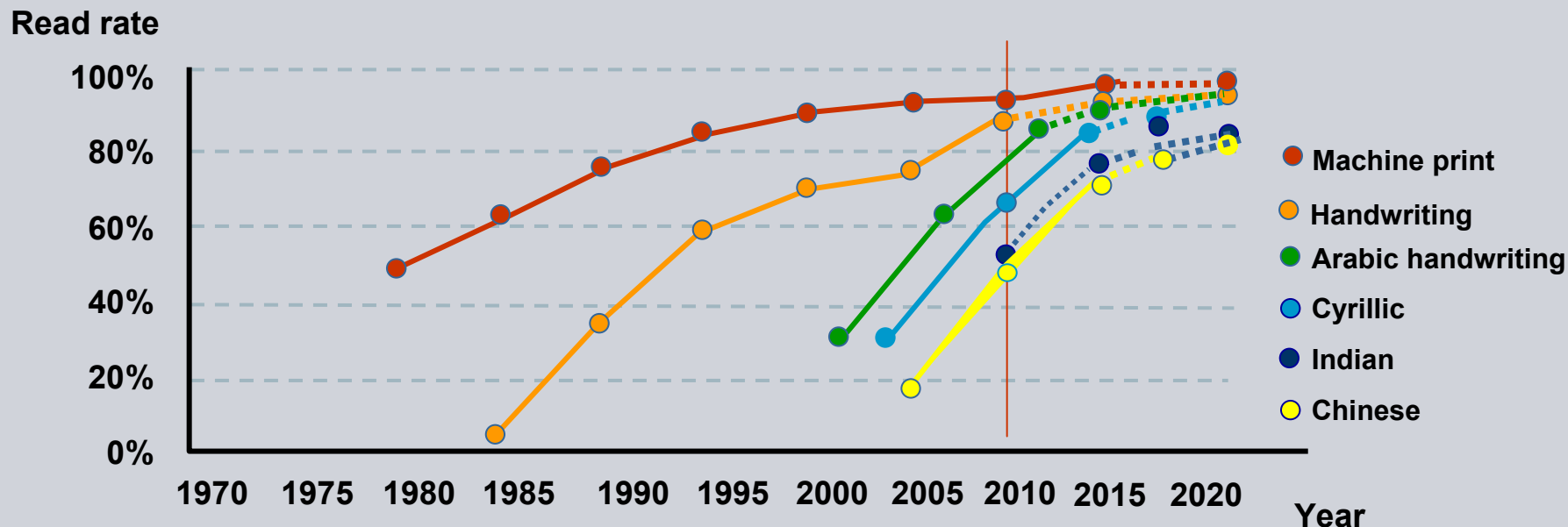
Die Helfer wissen dabei zumeist noch nicht einmal etwas von ihrer Mitwirkung an dem Digitalisierungsprojekt («Science» online vom 14. 8. 2008).



Zeichenfolgen für den Captcha-Test. (Bild: NZZaS)

Vierzig Jahre Mustererkennung – Finale OCR Benchmark Tests: mit ARTread™ multilingual

SIEMENS



Winners of OCR Benchmarks

- NIST'93 Test Award
- ISRI'95 Award
- ICDAR'07 Arabic Award
- SIEMENS_SIEMENS Benchmark Test 97 GSA

Vision After 2009

Vierzig Jahre Mustererkennung – Vision Thirty years Postal Address Reading Products and more

SIEMENS

Worldwide first:

1978 Automatic Address Reader PTAL (Letter Reader)

1984 Multiline Address Reader

1996 Automatic Forwarding, Flat Reader

1998 Parcel Address Reader

1999 Multi-lingual Reader

2002 Direct Automatic Forwarding PARS

2008 Image based mail identification, Learning Directory

Hybrid Mail: Merging of physical & electronic mail

> 2008

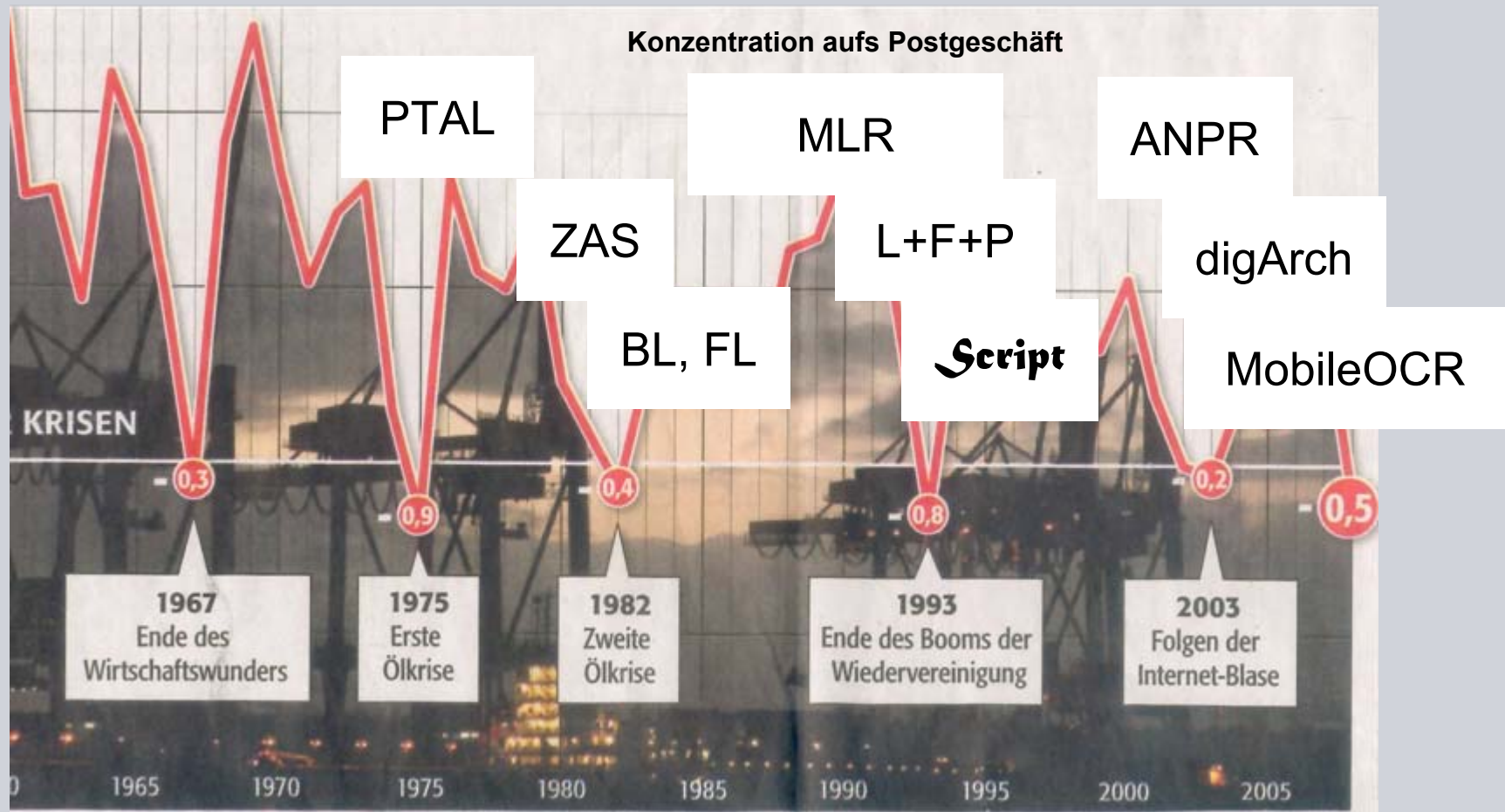
Vierzig Jahre Mustererkennung – Vision

Die Chronik der Krisen und ihre Innovationsschübe

Mit der Post fing alles

Diversifikationsphase I

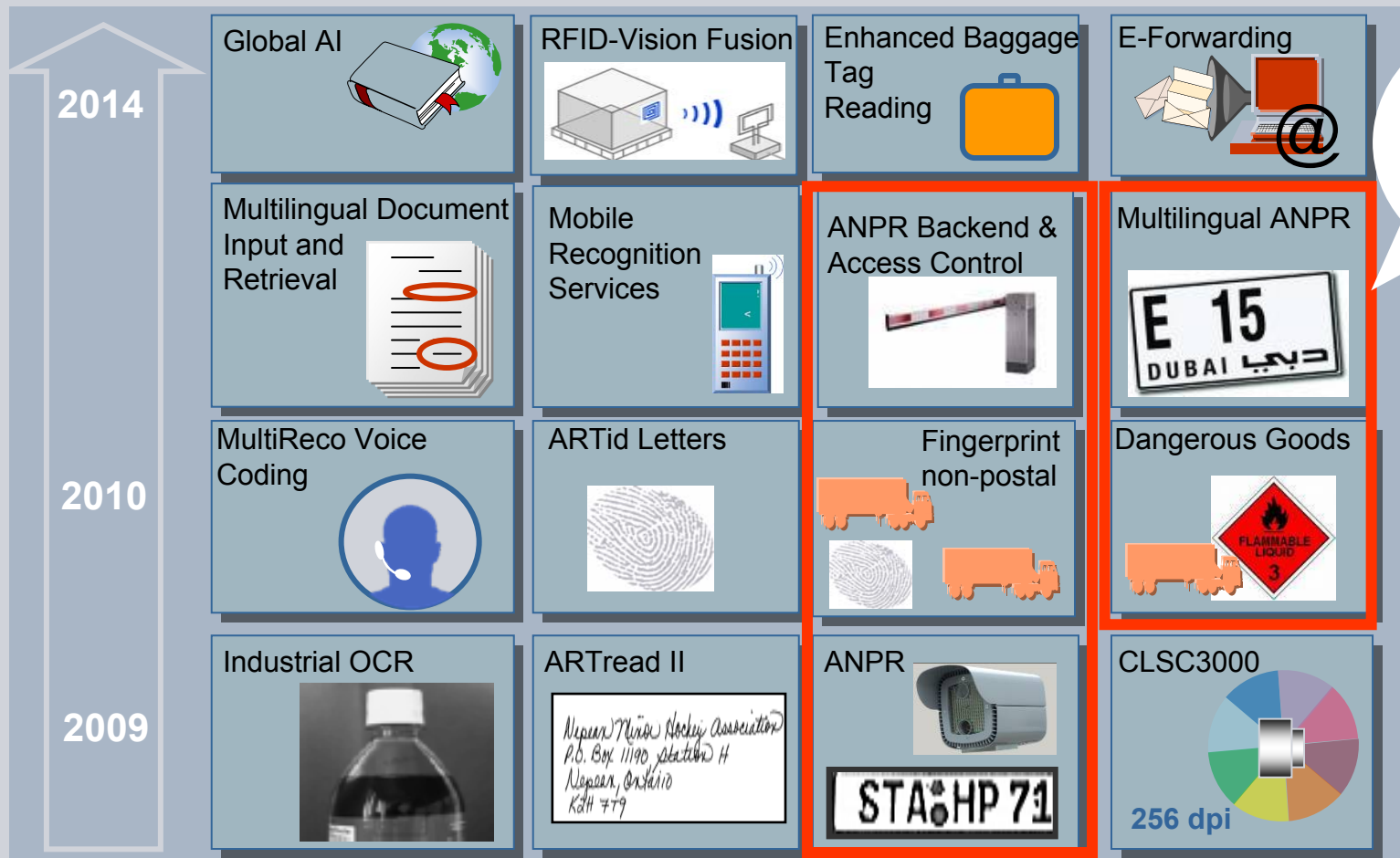
Diversifikationsphase II



Vierzig Jahre Mustererkennung – Vision R&D Roadmap IL – RC-Diversifikationen

SIEMENS

Meshing sensor based recognition and content analysis



Traffic Topics mit Si“core“

Vierzig Jahre Mustererkennung – Vision Hybrid Mail & Knowledge Based Document Analysis...

SIEMENS

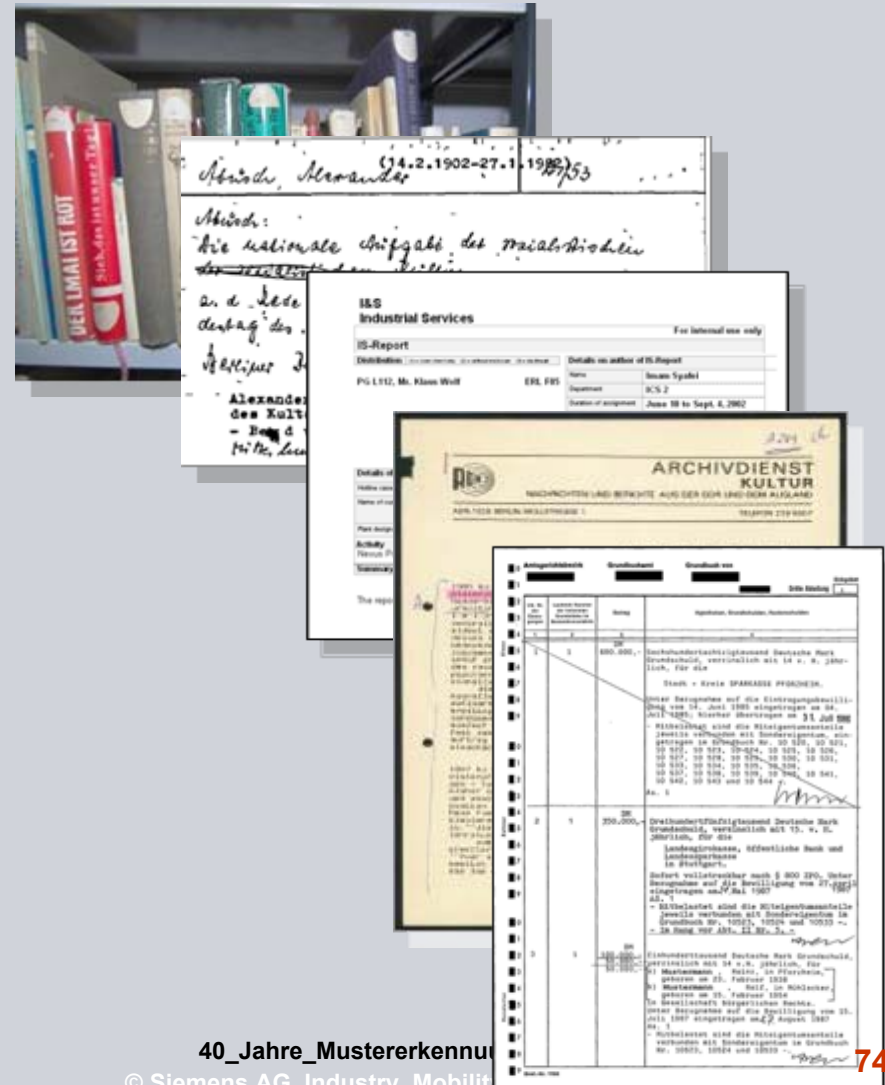


Postal

classic mail + @



non-Postal

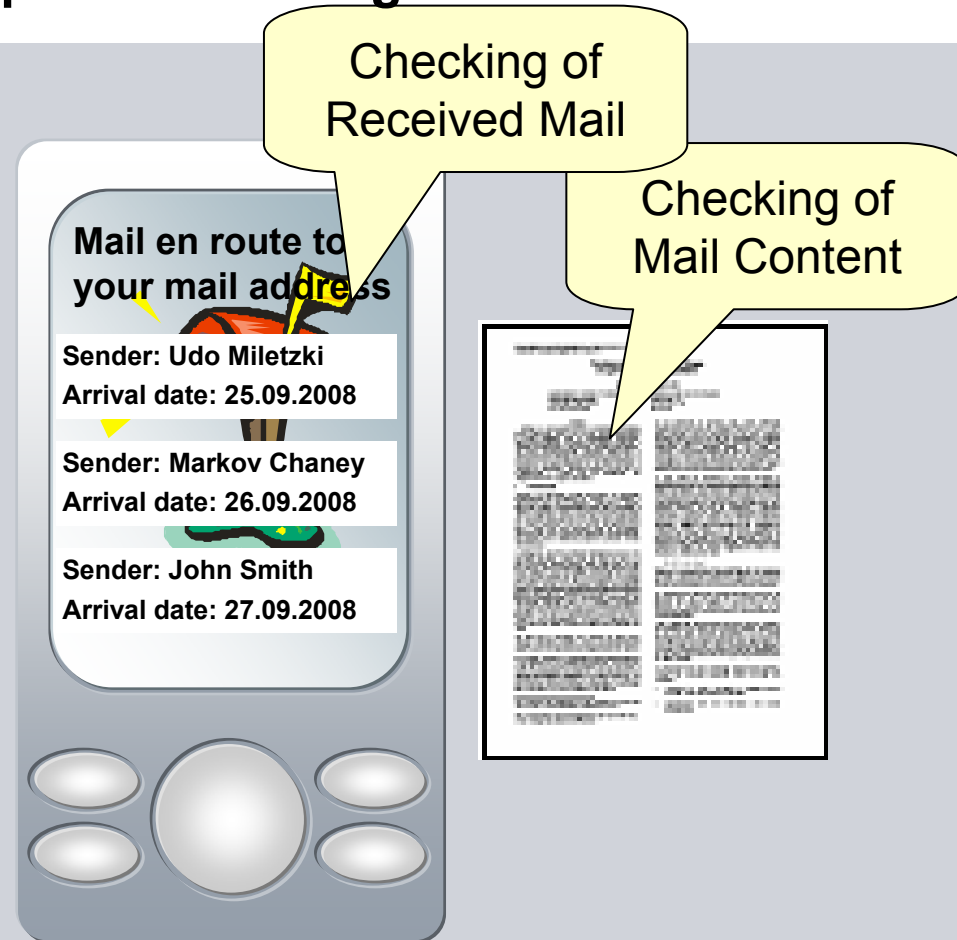


Vierzig Jahre Mustererkennung – Vision

Hybrid Mail: seamless e-mail and p-mail checking

SIEMENS

- **Online preview of postal mail**
- **Seamless organisation**
 - Reply
 - Reply all
 - Forward
 - Delete
 - Archive

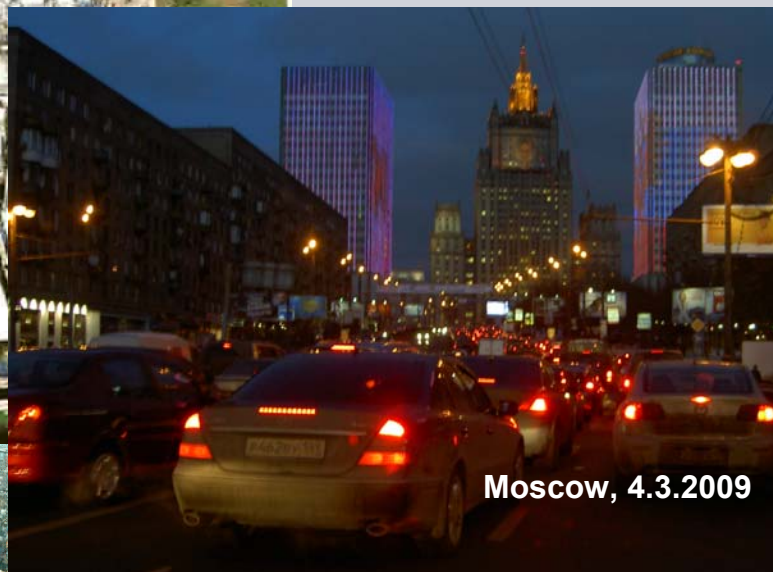
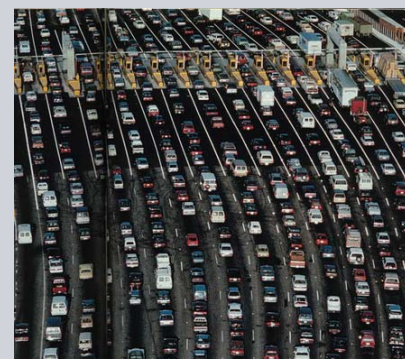
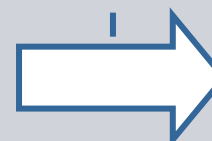


All Correspondence could be checked by smart mobile device...

Vierzig Jahre Mustererkennung – Vision ANPR Camera – Identifying Cars with ARTread™ inside

SIEMENS

ANPR Camera
new ARTread Product



Moscow, 4.3.2009

New!

All traffic could be optimized by our smart ANPR camera...

Vierzig Jahre Mustererkennung – Vision Mobile Text Recognition and Translation



Vierzig Jahre Mustererkennung – Vision Mobile Text Recognition and Translation



Vierzig Jahre Mustererkennung – Vision Mobile Text Recognition and Translation



Vision After 2009

Ich sehe unsere Zukunft als Competence Center für...

Mustererkennung...

- ... im Postgeschäft der Zukunft:
 - Physikalische Post und electronic mail-Dienste eng verwoben
- ...In den Webdiensten der Zukunft – „Verstehende Suche“
- ...in Multi-Sensor Anwendungen in der Industriellen Fertigung
- ...im Sicherheitsbereich
- ...in der Digitalisierung unserer Bücher, Archive, Akten, Briefe*
- ...im Mobile Geschäft für
 - OCR
 - Script
 - Voice
 - Logos
 - Namensschilder
 - Gebäude-Erkenner
 - Übersetzer
 - usw usw usw

Handbuch, Patientenakte, Bundesarchiv

Macht was draus...

I ❤️ RC

**Thank you very much for your good cooperation
over all the years!**

SIEMENS

Bis 31.3.2009

Udo Miletzki

Product Line Manager
IL RC PLM

Buecklestr. 1-5
78467 Konstanz

Phone: (+49) 7531 86 2493

e-mail: udo.miletzki@siemens.com

Ab 01.04.2009

Udo Miletzki

Privatier

Ringstr. 22
78465 Konstanz

Phone: (+49) 7533 7903

e-mail_1: udo@miletzki.com

e-mail_2:
udo.miletzki@siemens.com

Vierzig Jahre Mustererkennung / Index

Udo Miletzki

SIEMENS

Vierzig Jahre Mustererkennung

Präludium – vor 1969

- Steinbuch: Erfinder der Lernmatrix, Begründer der Informatik
- Das Vorbild: Biologische Neuronale Netze
- 1961: Steinbuch - Lernmatrix Neuronale Netze
- Philosophie - Reihe der Philosophen und Denker

Intention – 1969 - 1979

- Before automatic reading: Mechanical coding station 1970
- From PTAL to OMS
- Genesis
- From outward line to all relevant information
- Basics: Schürmann Polynomials I
- Basics: Schürmann Polynomials II
- Anwendungen: Schürmann Polynomials
- From single font to omnifont I
- From single font to omnifont II
- Technologie-Führerschaft durch PT-AL
- 1976 Die PT-AL Pioniere...
- 1976 Die Anschriftenleser-Pionierzeit - der TR440
- 1976 Die Anschriftenleser-Pionierzeit – die Camera
- Juni 1979: Erster Handziffern-Test in Wiesbaden
- Der Ur-Urklassifikator für PT-AL entstand an n TR440ern
- Die Rechner für die Erkennung mussten wir erst noch bauen
- Technologie- Führerschaft Leseelektronik PT-AL
- Das Prototyp-Anschriftenleser Team unter Heinz Müllauer
- OCR History – from mainframe to mobile device

Thema mit Variationen – 1979 - 1989

- 34. Öffentliche Förderung für Leser-Produkte
- 35. OCR History – from mainframe to mobile device
- 36. Der Blatt-/Formularleser

Allegro 1989 - 1999

- 37. auf dass zusammenwachsen, was zusammengehört
- 38. ..die X-Y-Merkmale von Hanisch

- 39. Maximale Klassifikator-Polynomlänge über der Zeit
- 40. Entwicklung der Klassifikatorstrukturen über der Zeit
- 41. Entwicklung der Merkmale über der Zeit
- 42. Lernende Syntaxanalyse von Frank Pfeiffer
- 43. Bilder aus der Urzeit von RC
- 44. Das Algorithmen & Wissensbasen-Team 1999

Finale 1999 – 2009

- 45. Wechsel von D zu PLM
- 46. Schrifterkennung in neuen Umgebungen ...
- 47. Die Grenzen des Erkennbaren bei Mensch und Automat
- 48. Die Grenzen des Erkennbaren –TypoKunst I
- 49. Die Grenzen des Erkennbaren –TypoKunst II
- 50. Die Grenzen des Erkennbaren –TypoKunst III
- 51. Die Grenzen des Erkennbaren: Beispiel Letra-Set A
- 52. Handblockschrift: Variationen zum Thema „A“
- 53. Die Grenzen des Erkennbaren – Trick mit dem Captcha Test
- 54. Benchmark- Tests
- 55. ANPR Kamera im Osten wie im Westen

Vision – Nach 2009

- Thirty years Postal Address Reading Products and more
- Die Chronik der Krisen und ihre Innovationsschübe
- R&D Roadmap IL – RC-Diversifikationen
- Hybrid Mail & Knowledge Based Document Analysis...
- Hybrid Mail: seamless e-mail and p-mail checking
- ANPR Camera – Identifying Cars with ARTread™ inside
- Mobile plate recognizer & Translator for travellers
- Ich sehe unsere Zukunft als Competence Center für...
- I♥RC