

Architekturen von KI-Systemen

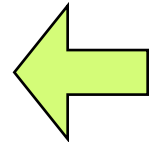
Blackboard-Systeme

Engelke Eschner, Hendrik Harms

Themen

Blackboard-Systeme allgemein:

- Idee eines Blackboard-Systems
- Aufbau
- Ablauf



Blackboard-Systeme in der Anwendung

- technische Prozesse
- Aufgaben wissensbasierter Systeme
- Beispiele von Blackboard-Systemen

Was sind Blackboard-Systeme?

- Was ist die Idee hinter einem BB-System?
- Woraus bestehen sie?
- Was läuft in einem BB-System ab?
- Wo werden sie eingesetzt?

Was sind Blackboard-Systeme?

- Architektur
- Wissensbasiertes System
- für komplexe, schwer formalisierbare Probleme

Metapher

-
-
- Experten = Knowledge Source (KS)
- Tafel = Blackboard
- Moderator = Control Component

Themen

Blackboard-Systeme allgemein:

- Idee eines Blackboard-Systems
- Aufbau
- Ablauf



Blackboard-Systeme in der Anwendung

- technische Prozesse
- Aufgaben wissensbasierter Systeme
- Beispiele von Blackboard-Systemen

Die einzelnen Komponenten

- Blackboard
 - Tafel
 - Sammlung für Informationen, Daten, Hypothesen
 - verschiedene Ebenen
 - Manipulation durch KS

Die einzelnen Komponenten

- Knowledge Source
 - Experte
 - unabhängig
 - verschiedene Implementationsmöglichkeiten
 - verschiedene Lösungsansätze

Die einzelnen Komponenten

- Control Component
 - Moderator
 - steuert den Problemlösungsprozeß
 - ermöglicht opportunistisches Vorgehen

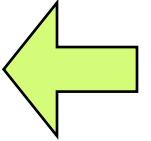
Themen

Blackboard-Systeme allgemein:

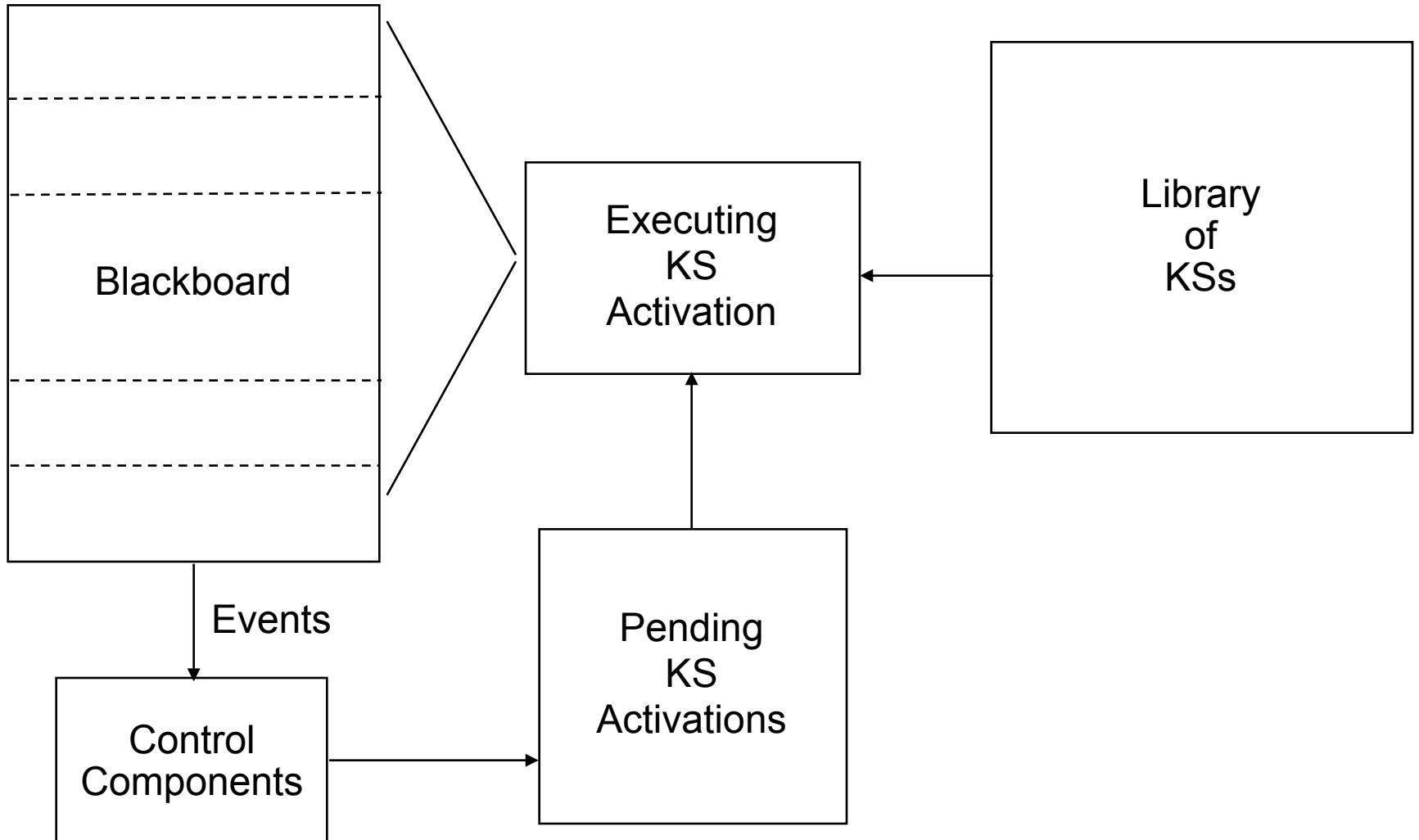
- Idee eines Blackboard-Systems
- Aufbau
- Ablauf

Blackboard-Systeme in der Anwendung

- technische Prozesse
- Aufgaben wissensbasierter Systeme
- Beispiele von Blackboard-Systemen



Ablauf



Control Components

- Kritischster Teil des Systems
- Benötigt viel Zeit & Ressourcen
- „veraltete“ Events
- Wann ist das Problem gelöst?
- ist die gefundene Lösung ausreichend?
- Wie gut kann eine KS die Qualität ihrer Antwort abschätzen?

Themen

Blackboard-Systeme allgemein:

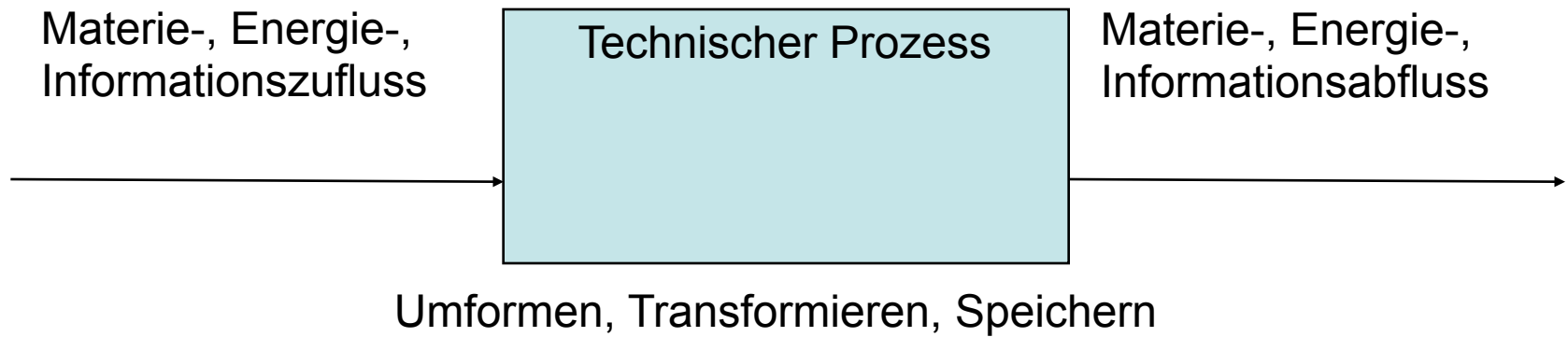
- Idee eines Blackboard-Systems
- Aufbau
- Ablauf

Blackboard-Systeme in der Anwendung

- technische Prozesse
- Aufgaben wissensbasierter Systeme
- Beispiele von Blackboard-Systemen



Technischer Prozess



Beispiele technischer Prozesse

- Beheizen eines Wohnhauses
 - niedrige Raumtemperatur leitet Heizprozess ein
- Betreiben eines Reaktors (Chemie)
 - monomerer Stoff wird zu polymerem
- Betreiben eines Kraftwerks
 - Brennstoffe werden zu Energie

Ansatz zur Automatisierung technischer Prozesse

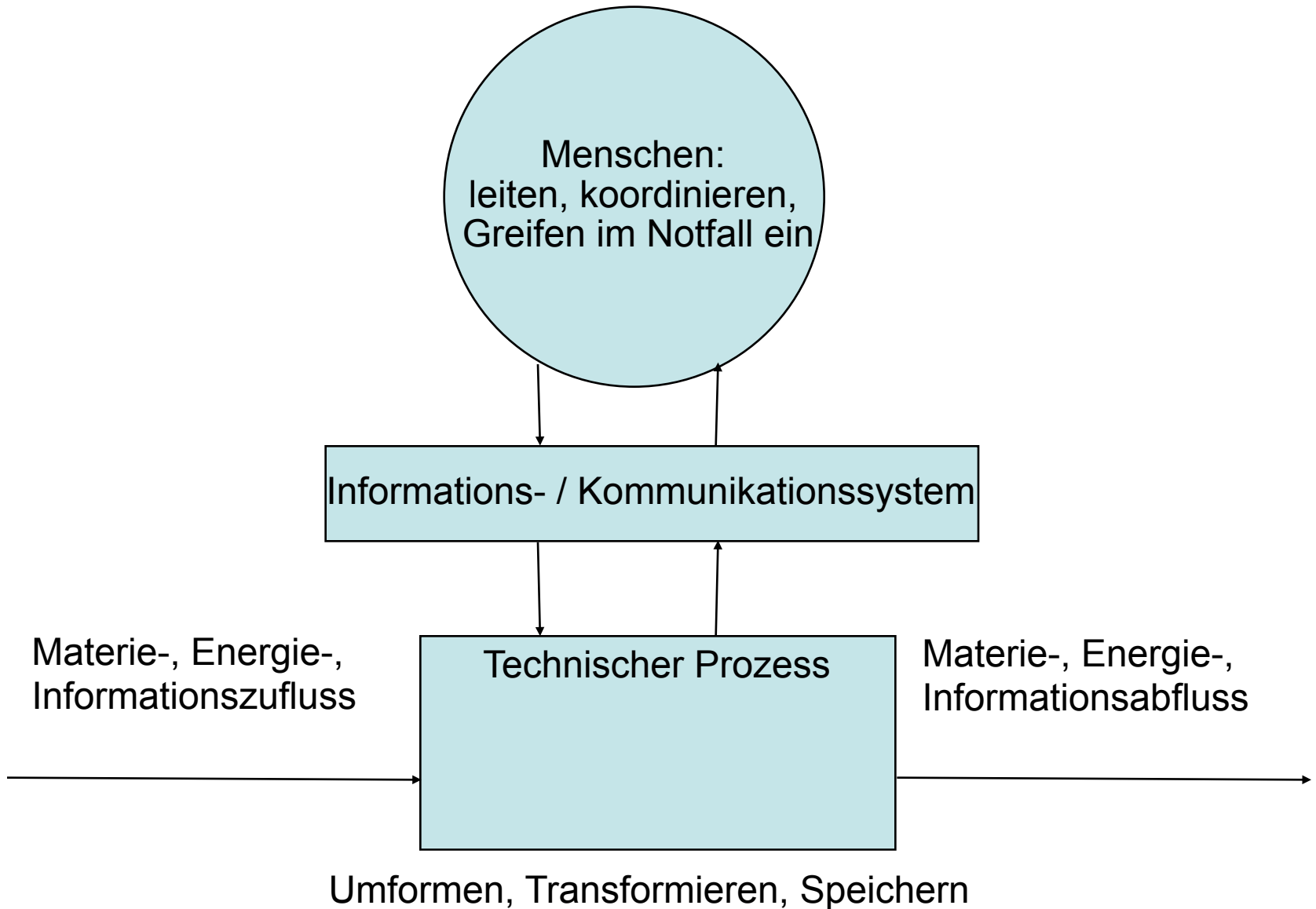
- Anfang 60er Jahre versuchte man analoge Mess-, Steuer- und Regelungsinstrumente zu Digitalrechner zusammenzufassen
- Nutzen:
 - bisherige Aufgaben zentral lösen
 - + Prozesse Überwachen
 - + Prozesse optimieren

Erfolg?

- Zentraler Ansatz wenig erfolgreich
 - Ausfall einzelner Komponente konnte fatale Folgen für Prozess nach sich ziehen
 - Spezialisten mussten System bedienen
 - > wenig Akzeptanz bei Regel- und Messtechnikern

Neuer Ansatz

- Ende 70er Jahre gab es erste „Mikrorechner“
- Dadurch verteilte, dezentrale, hierarchisch angeordnete Einsatz möglich.
- Hierarchie z.B.:
Prozessleitreechner,
Produktionsleitreechner,
...
- Dieses Prozessleitsystem war erfolgreich



Technische Prozesse

- Mensch
 - leitet
 - koordiniert
 - Greift im Notfall ein
- Erfassungssystem
 - sammelt relevante Informationen
- Technischer Prozess
 - steuert mit Sensoren und Aktoren den Prozess

Technische Prozesse

- technische Prozesse verarbeiten große Datenmengen auf niedrigem Abstraktionsniveau
- Menschen betreiben qualitative Informationsverarbeitung
- Menschen sind (noch) nicht voll ersetzbar
-> Teilautomatisierung

Beispiel

- Automation in Kraftwerk
- Prozessleitsystem erkennt eigene Fehler durch Eigendiagnosefunktionen
- Nichttriviale Fehler müssen vom Menschen beurteilt und behoben werden

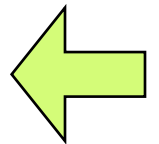
Themen

Blackboard-Systeme allgemein:

- Idee eines Blackboard-Systems
- Aufbau
- Ablauf

Blackboard-Systeme in der Anwendung

- technische Prozesse
- Aufgaben wissensbasierter Systeme
- Beispiele von Blackboard-Systemen



Aufgaben Wissensbasierte Systeme

- Beraten den Benutzer
 - analysieren Prozessgeschehen
 - informieren den Benutzer darüber
- Unterstützen
 - analysieren nicht nur, sondern übernehmen auch Teile der anfallenden Aufgaben
 - Mensch behält trotzdem die Kontrolle
- Ersetzen
 - WS übernehmen die Aufgaben menschlicher Benutzer

Beispiele für unterstützende wissensbasierte Systeme

- REACTOR
 - nach Störfall in Atomkraftwerk entwickelt
 - überwacht Reaktor und schlägt bei Störungen vor, was zu tun ist
- ESCORT
 - erhält die gleichen Informationen wie Benutzer
 - prognostiziert potentielle Störungen und ihre Folgen

Beispiele für unterstützende wissensbasierte Systeme

- LSTAR
 - Hubble Teleskop arbeitet nicht autonom
 - muss also 24 Std./Tag von der Erde aus überwacht werden
 - LSTAR analysiert große Datenmengen, die Hubble zur Erde sendet
 - bei Abweichungen wird das Personal informiert

Beispiele für unterstützende wissensbasierte Systeme

- JOYCAT
 - überwacht kontinuierlich die Anlagen eines Atomkraftwerks
 - priorisiert Störungen
 - gibt vereinfachte Darstellung der Störungen aus
 - liefert zu der Störung passende Anweisungen aus dem Betriebshandbuch

Beispiele für unterstützende wissensbasierte Systeme

- IAP
 - lokalisiert Fehler in einem Stromnetz mit über 1350 Stationen
 - bewertet Störungen
 - verhindert, dass Folgefehler auftreten

Wissensbasierte Systeme ersetzen Menschen

- Häufig werden WS nur zur Unterstützung eingesetzt
 - Mensch hat Kontrolle
 - Es gibt Umgebungen, in denen Menschen nicht arbeiten können
 - Menschen machen Fehler
- > WS ersetzen Menschen

Beispiele

- RCS
 - erkennt, diagnostiziert und beseitigt Fehlfunktionen der Steuerungsfunktionen eines Space Shuttle
- IRTNMS
 - überwacht, diagnostiziert und steuert das australische Kommunikationsnetz

Zusammengefasst

- Wissensbasierte Systeme können
 - kontinuierlich arbeiten
 - jederzeit Ereignisse wahrnehmen
 - mehrere Probleme gleichzeitig lösen
 - das Verhalten eines Systems beeinflussen
 - effizient arbeiten

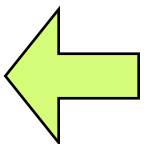
Themen

Blackboard-Systeme allgemein:

- Idee eines Blackboard-Systems
- Aufbau
- Ablauf

Blackboard-Systeme in der Anwendung

- technische Prozesse
- Aufgaben wissensbasierter Systeme
- Beispiele von Blackboard-Systemen



Wozu Blackboardsysteme benutzt werden

- Interpretation von Sensordaten
- Design und Layout
- Prozesskontrolle
- Planung und Ablaufsteuerung
- Bildverstehen
- wissensbasierte Simulation

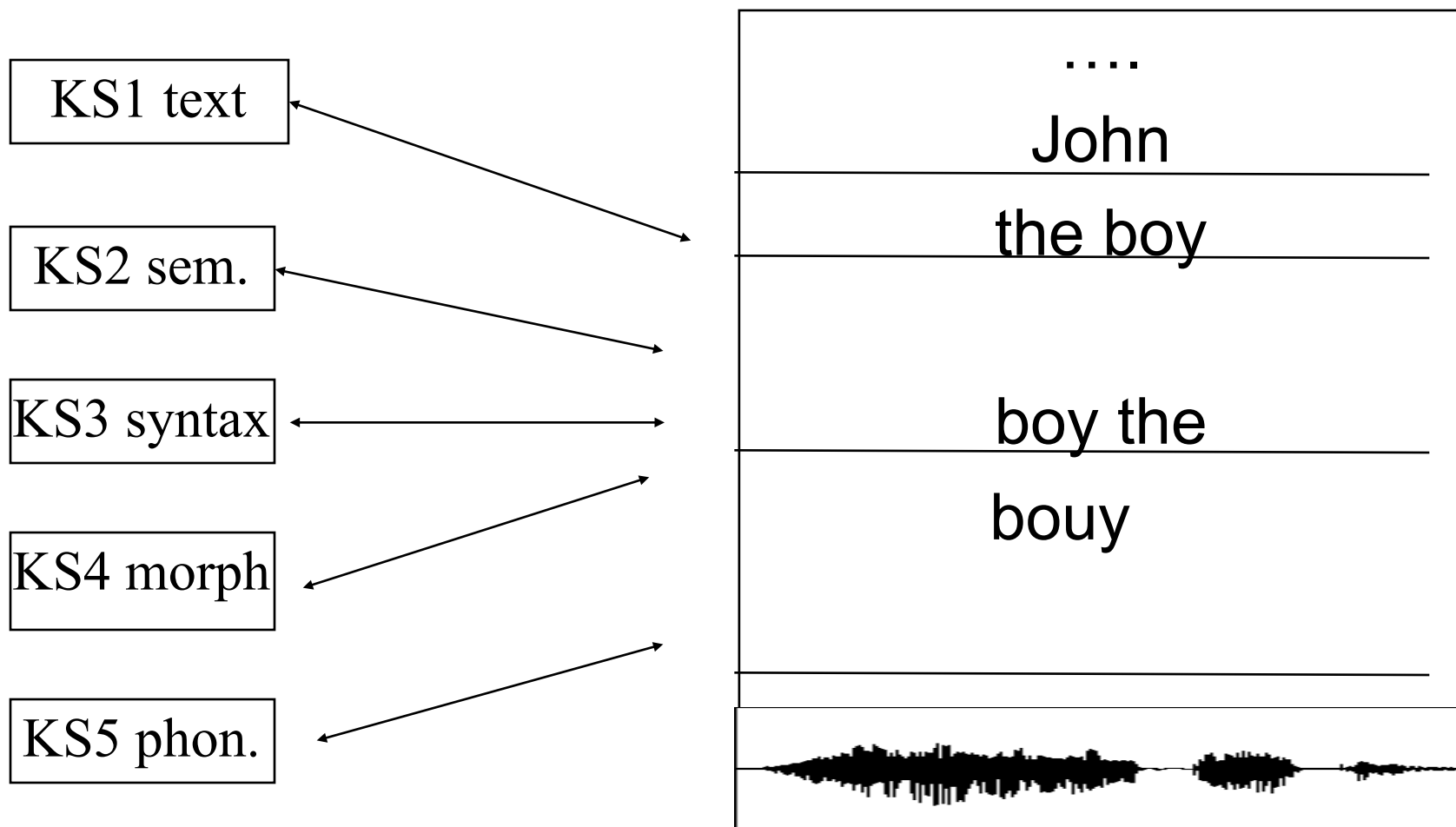
Vorteile von Blackboardsystemen

- Modularität
 - nützlich bei verschieden vorliegenden Wissensrepräsentationen
 - Entwurf fällt leichter
 - einfacher zu warten
 - besser erweiterbar
- Robustheit
 - gegenseitiges Unterstützen
- Flexibilität
 - opportunistische Vorgehensweise (keine vorgegebene Strategie)

Blackboardsysteme in der Anwendung

- HEARSAY-II
- Entwickelt 1971 – 1976
- Carnegie-Mellon Universität
- Auftraggeber: das Amerikanische Verteidigungsministerium
- Kann Anfragen an eine Literaturdatenbank in einer künstlichen Sprache nahezu in Sprechgeschwindigkeit beantworten

HEARSAY II



Blackboardsysteme in der Anwendung

- HASP später SIAP
- Entwickelt 1972 – 1975 ab 1976 (SIAP)
- Auftraggeber: das Amerikanische Verteidigungsministerium
- Überwachung von Seegebieten – Suche und Identifikation von Wasserfahrzeugen anhand von Motorgeräuschen

Blackboardsysteme in der Anwendung

- CRYNALIS
- 1975 – 1980
- Stanford University
- Identifizierung von Proteinmolekülen durch Elektronenverteilungsdiagramm

Blackboardsysteme in der Anwendung

- GUARDIAN
- Fertig gestellt 1996
- Stanford University
- Überwachung von Patienten einer Intensivstation

Blackboardsysteme in der Anwendung

- Pilot's Associate (PA)
- 1990
- Auftraggeber: das amerikanische Verteidigungsministerium
- Hilft Kampfpiloten bei der Situationsbeurteilung, Planung von Missionen und der technischen Überwachung im Cockpit

Blackboardsysteme in der Anwendung

- AITRAS
- Überprüfung von Röhren im Kühlsystem von Atomkraftwerken

Blackboardsysteme in der Anwendung

- GUARDIAN (2)
- Zur Überwachung einer Halbleiterfertigungsstätte

- Ähnliche Problemstellungen (Patientenüberwachung, Halbleiterf.) werden von einem System gelöst

Blackboardsysteme in der Anwendung

- KONTUR
- Unterstützt Ingenieure bei der Herstellung von Dampfturbinen - aus Spezifikation vom Kunden bestimmt das System die Geometrie der Turbine

Blackboards mit heterogener Wissensrepräsentation

- DYNAMIS
- Dient zur Diagnose techn. Systeme
- Verwendet:
 - Verhaltensmodell (Relationen zwischen Ein- und Ausgängen)
 - Funktionales (Systemfunktionen)
 - Teleologisches (Überprüfen/Zerlegen von Zielen)
 - empirisches Strukturmodell einer techn. Anlage
- Alle Modelle sind unterschiedlich implementiert

Blackboards mit heterogener Wissensrepräsentation

- ARBS
- Dient der Lokalisierung und Charakterisierung von Schäden in Schweißnähten
- verwendet:
 - Prozedurale Wissensquellen
 - Neuronale Netze

Zusammenfassung

- BBS nicht mehr wegzudenken
- Werden Menschen weiter ersetzen
- Sind in vielen Bereichen einsetzbar
- Gleiche Systeme in verschiedenen Bereichen einsetzbar (GUARDIAN)

Ende

- Fragen?