

Sr	Si								
Ar	Ai	Pi	Pl						
Fr	Fi	Ei	Ps	Lr					
Ir	Ii	Sy	Dm	Lg	Lc	Ml	Cm		
Gr	Gi	Da	Te	Lu	Lt	Ms	Ma	Cn	

Periodensystem der Künstlichen Intelligenz

Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz

Ein Navigationssystem für Entscheider

Prof. Dr.- Klemens Waldhör

Periodensystem der Elemente

1		Periodensystem der Elemente																		18	
1	1 H Wasserstoff																			2 4 He Helium	
2	3 Li Lithium	4 Be Beryllium																		10 Ne Neon	
3	11 Na Natrium	12 Mg Magnesium	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
4	19 K Kalium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titan	23 V Vanadium	24 Cr Chrom	25 Mn Mangan	26 Fe Eisen	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Kupfer	30 Zn Zink	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsen	34 Se Selen	35 Br Brom	36 Kr Krypton			
5	37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y YTtrium	40 Zr Zirkonium	41 Nb Niob	42 Mo Molybdän	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silber	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Zinn	51 Sb Antimon	52 Te Tellur	53 I Jod	54 Xe Xenon			
6	35 Cs Cäsium	36 Ba Barium	*	37 Hf Hafnium	38 Ta Tantal	39 W Wolfram	40 Re Rehenium	41 Os Osmium	42 Ir Iridium	43 Pt Platin	44 Au Gold	45 Hg Quecksilber	46 Tl Thallium	47 Pb Blei	48 Bi Bismuth	49 Po Polonium	50 At Astat	51 Rn Radon			
7	87 Fr Francium	88 Ra Radium	**	101 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Darmstati	111 Roentgenium	112 Cn Copernicium	113 Uut Ununtrium	114 Fl Flerovium	115 Uup Ununpentu	116 Lv Livermorium	117 Uus Ununoctium	118 Uuo Ununseptu			
	57 La Lanthan	58 Ce Cer	59 Pr Praseodym	60 Nd Neodym	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erdium	69 Tm Thulium	70 Yb Yterbium	71 Lu Lucentium						
	89 Ac Actinium	90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uran	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawerenzium						

1

Das Periodensystem der Künstlichen Intelligenz

Idee und Quelle

„Periodensystem unterstützt Verständnis komplizierter Zusammenhänge“

Jeder kennt das "Periodensystem der Elemente" aus dem Chemieunterricht seiner Schulzeit. Uns sind viele Elemente und ihre Eigenschaften geläufig. Wir kennen H₂ (Wasserstoff) und O₂ (Sauerstoff) und wir haben gelernt, dass beide Elemente sich zum Wassermolekül H₂O verbinden. Wasser wäre also das gewünschte oder benötigte Endprodukt. Um es herzustellen, benötigen wir zu seiner Synthese Elemente mit definierten Eigenschaften. Periodensysteme stellen eine Brücke zwischen den in der Physik beschriebenen Modellen (atomare Ebene) und dem Verständnis von Verbindungen der Natur (biologische Ebene) her. Es ist eine großartige Leistung, solch eine Vielzahl von Eigenschaften in eine darstellbare grafische Systematik zu bringen. Es gibt viele weitere Periodensysteme, wir beziehen uns hier auf den "Klassiker" aus der Schule.

In komplexen Gebilden wie dem menschlichen Körper hilft uns das Periodensystem, Eigenschaften und Wechselwirkungen zu verstehen – zum Beispiel bei der Entwicklung von Medikamenten. Das Periodensystem ist so zum Beispiel bei der Entwicklung neuer Wirkstoffe auch in Zeiten der Computerchemie von fundamentaler Bedeutung. Hier wird nicht geurteilt, ob ein Element wertvoller, schwerer oder flüchtiger ist. Es wird lediglich beurteilt, welche Elemente ich benötige, ob diese künstlich zu erzeugen sind und wie teuer die Herstellung wird. Das Periodensystem ist ein intuitiver und schneller "Lego-Baukasten", der uns unterstützt, komplexe Zusammenhänge zwischen Bausteinen (Atomen) und Molekülen (Naturstoffe, Steine oder Metalle) intellektuell zu erfassen.“

<https://www.bitkom.org/Periodensystem-KI>

https://www.bitkom.org/sites/main/files/2018-12/181204_LF_Periodensystem_online_0.pdf

Idee und Quelle

Periodensystem der Elemente

1		2	<th>3</th> <td>4</td> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>13</th> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td>	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1 1,0 H Wasserstoff		2 3 6,9 Li Lithium		3 11 22,9 Na Natrium	4 9,0 Be Beryllium	5 21 40 Ca Calcium	6 22 47,8 Ti Titan	7 23 50,9 V Vanadium	8 24 52 Cr Chrom	9 25 54 Mn Mangan	10 26 55,6 Fe Eisen	11 27 58,9 Co Cobalt	12 28 58,7 Ni Nickel	13 29 63,5 Cu Kupfer	14 30 65,4 Zn Zink	15 31 69,7 Ga Gallium	16 32 72,6 Ge Germanium	17 33 74,9 As Arsen	18 34 78,9 Se Selen	19 35 79,9 Br Brom	20,1 20 Ne Neon
Alkalimetalle	Halbmetalle	Erdalkalimetalle	Nichtmetalle	Übergangsmetalle	Halogene	Lanthanoide	Edelgase	Actinoide	Metalle												
										Ordnungszahl →	Molare Masse →	Name →	1 1,0 H Wasserstoff	Symbol ←							

57 138,9 La Lanthan	58 140 Ce Cer	59 140,9 Pr Praseodym	60 144 Nd Neodym	61 145 Pm Promethiu	62 150 Sm Samarium	63 152 Eu Europium	64 157 Gd Gadolinium	65 159 Tb Terbium	66 162 Dy Dysprosium	67 165 Ho Holmium	68 167 Er Erbium	69 199 Tm Thulium	70 173 Yb Ytterbium	71 175 Lu Lutetium
89 227 Ac Actinium	90 232 Th Thorium	91 231 Pa Protactiniu	92 238 U Uran	93 237 Np Neptunium	94 244 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 247 Cm Curium	97 247 Bk Berkelium	98 251 Cf Californium	99 252 Es Einsteinium	100 257 Fm Fermium	101 Md Mendelevi	102 259 No Nobelium	103 262 Lr Lawrenciu

Idee und Quelle

Kern-Ordnungskriterien des Periodensystems (chemische Elemente)

Primärordnung: Ordnungszahl (Z)

- Elemente sind nach steigender Protonenzahl geordnet (1 = H, ...).
- Die Elektronenkonfiguration folgt der Besetzung der Orbitale (Aufbauprinzip).

Perioden (Zeilen, 1–7)

- Nummer = höchstes Hauptenergieniveau (Schale), das Elektronen enthält.
- Entlang einer Periode: Radius ↓, Ionisierungsenergie ↑, Elektronegativität ↑.

Gruppen (Spalten, 1–18)

- Gleiche Valenzelektronen ⇒ ähnliche Chemie (Reaktivität, typische Ionen).
 - 1: Alkalimetalle (sehr reaktiv, +1)
 - 2: Erdalkalimetalle (+2)
 - 17: Halogene (reakтив, -1)
 - 18: Edelgase (volle Schalen, inert)

Blöcke nach Orbitaltyp

- s-Block: Gruppen 1–2 (+ He)
- p-Block: Gruppen 13–18
- d-Block: Gruppen 3–12 (Übergangsmetalle)
- f-Block: Lanthanoide (57–71) & Actinoide (89–103)

Elementklassen

- Metalle (links/zentral): leitfähig, formbar, meist kationisch.
- Nichtmetalle (rechts oben): isolierend, bilden oft Anionen/Moleküle.
- Halbmetalle/Metalloide: Diagonale B–Si–Ge–As–Sb–Te (Zwischeneigenschaften).

Weitere periodische Trends

- Metallischer Charakter: ↑ nach links/unten.
- Elektronenaffinität & Elektronegativität: ↑ nach rechts/oben (Maximum bei F).

Sonderfälle

- H: steht in Gruppe 1, chemisch oft Nichtmetall.
- He: s-Block-Elektronenkonfiguration, steht bei Edelgasen wegen voller Schale.

Idee und Quelle

Gebiet	„Periodensystem“	Ordnungsprinzip / Periodizität
Kernphysik	Nuclidenkarte (Segrè-Chart)	Achsen: Protonenzahl Z vs. Neutronenzahl N; Stabilitätsinseln, Zerfallslinien, „magische Zahlen“.
Teilchenphysik	Standardmodell-Tafel	Anordnung nach Teilchenfamilien, Ladungen und 3 Generationen (wiederkehrendes Muster).
Kristallographie	Bravais-Gitter & 230 Raumgruppen	Klassifikation periodischer Gitter/Symmetrien im Raum (Translations- & Punktsymmetrien).
Topologische Materie	Periodentafel topologischer Isolatoren/Supraleiter (Ten-Fold Way)	Klassen nach Symmetrie (T,C,S) mit Bott-Periodizität (Periode 2/8).
Mathematik (Kategorie-theorie)	„Periodic Table of n-Categories“	Muster der höheren Algebra-Strukturen über Dimensionen hinweg.
Biologie (Strukturproteomik)	Periodic Table of Protein Complexes	Klassen nach Symmetrie/Assemblierung (Homo-/Hetero-Oligomere, Ringe, Filamente).
Virologie	Virus-Capsid-Tabellen	Icosaedrale Capside nach Triangulationszahl T ; wiederkehrende Gittermuster.
Materialwissenschaft	„Periodensysteme“ der Materialien	Gruppierungen nach Kristallstruktur, Bandlücke, Oxidationszuständen (z. B. Halbleiter-Übersichten).
Informatik/Web	Periodic Table of HTML-Elemente	Elemente nach Content-Modell/Verwendung – eher Taxonomie als echte Periodizität.
Datenvisualisierung/UX	Periodic Table of Visualization Methods / Cognitive Biases	Gruppen nach Aufgabentyp bzw. Bias-Kategorie – didaktische Ordnung, nicht mathematisch periodisch.

Bedeutung des Periodensystems der KI

Digitalisierung und Künstliche Intelligenz

Die Publikation bietet einen Überblick über die Rolle der Künstlichen Intelligenz (KI) in der Digitalisierung und deren Anwendung in Unternehmen.

- Künstliche Intelligenz wird als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts betrachtet.
- KI-Systeme übernehmen vielfältige Aufgaben, von der Informationsbeschaffung bis zur Unterstützung von Management-Entscheidungen.
- Unternehmen müssen die Chancen und Risiken von KI erkennen und verstehen, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Zweck des Periodensystems

Das Periodensystem der KI dient als Werkzeug zur Strukturierung und zum Verständnis von KI-Elementen.

- Es umfasst 28 KI-Elemente, die in drei Gruppen unterteilt sind: Assess, Infer und Respond.
- Jedes Element repräsentiert eine spezifische Funktionalität innerhalb von KI-Anwendungen.
- Das Periodensystem hilft, komplexe Zusammenhänge zu erfassen und die Marktreife von KI-Technologien zu bewerten.

Einsatzszenarien für das Periodensystem

Die Publikation beschreibt verschiedene Anwendungsmöglichkeiten des Periodensystems der KI in Unternehmen.

- Unternehmen können KI-Produkte systematisch vergleichen und bewerten.
- Anbieter können die Vorteile ihrer KI-Lösungen hervorheben und deren Reifegrad feststellen.
- Das Periodensystem unterstützt die Analyse und Kommunikation von KI-Anwendungsfällen und deren organisatorischen Auswirkungen.

Sr	Si								
Ar	Ai	Pi	Pl						
Fr	Fi	Ei	Ps	Lr					
Ir	Li	Sy	Dm	Lg	Lc	Ml	Cm		
Gr	Gi	Da	Te	Lu	Lt	Ms	Ma	Cn	

2

Die Elemente des Periodensystems der Künstlichen Intelligenz

Farben und Bedeutung

Im Dokument werden Farben in Bezug auf die Darstellung des Periodensystems der Künstlichen Intelligenz erwähnt. Die KI-Elemente sind farblich gruppiert, um ihre Kategorien zu verdeutlichen:

- Grün:
Elemente der Kategorie "Recognition" (z. B. Speech Recognition, Face Recognition, Image Recognition).
- Gelb:
Elemente der Kategorie "Inference" (z. B. Predictive Inference, Explanatory Inference, Synthetic Reasoning).
- Orange:
Elemente der Kategorie "Learning" (z. B. Relationship Learning, Category Learning).
- Magenta:
Elemente der Kategorie "Response" (z. B. Mobility Large, Mobility Small, Manipulation, Communication, Control).

Die Farben dienen dazu, die verschiedenen funktionalen Gruppen des Periodensystems visuell zu unterscheiden.

Sr	Si
Ar	Ai
Fr	Fl
Ir	Ii
Gr	Gi
Pi	Ei
Ps	Dm
Lg	Te
Ml	Lu
Pj	Lt
Cm	Ms
Lr	Ma
Cn	Cn

Assess

Speech Recognition [Sr]

Ziel: Erkennt Wörter und Sätze in gesprochener Sprache. Umwandlung von Audio in Text.

Anwendungen: Sprachsuche, Sprachassistenten, Callcenter, interaktive Sprachdialogsysteme

Markt & Bedeutung: Markt wächst auf über 7 Mrd. USD bis 2024. Deutlich verbesserte Fehlerraten.

Hürden: Hintergrundgeräusche, Akzente, seltene Sprachen sind Herausforderungen.

Verbindungen: Verknüpft mit Audio Recognition, Text Extraction, Language Understanding.

Anbieter: Google, Microsoft, IBM, Amazon, Nuance

Audio Recognition [Ar]

Ziel: Erkennt akustische Signale (z. B. Sirenen, Maschinenlärm) aus Audioaufnahmen.

Anwendungen: Hörhilfen, Spracherkennungssysteme, Smart-Home-Geräte

Markt & Bedeutung: Wird zunehmend in Hörgeräte, Notrufsysteme, Babyfone integriert.

Hürden: Schwierigkeit: Trainingsdaten für nichtsprachliche Audiosignale

Verbindungen: Enge Verbindung mit Audio Identification und Speech Recognition

Anbieter: Google, IBM, Microsoft, Fraunhofer, Apple

Face Recognition [Fr]

Ziel: Erkennt Gesichter in Bildern/Videos. Auch Geschlecht, Alter, Emotionen möglich.

Anwendungen: Sicherheit (Zugang), Werbung, Kundenanalyse, Arbeitsplatzerkennung

Markt & Bedeutung: Marktvolumen über 7 Mrd. USD (2022). Zunehmende 3D-Gesichtserkennung.

Hürden: Datenschutz, Akzeptanz bei Nutzern, Missbrauchspotenzial

Verbindungen: Basis für Face Identification, Teil von Image Recognition

Anbieter: SAP, Microsoft, Kairos, Google, OpenCV

Sr	Si
Ar	Ai
Fr	Fl
Ir	Ii
Gr	Gi
Pt	Ps
Ef	Sy
Da	Dm
Lg	Lc
Te	Lu
Lt	Lt
Pj	Ml
Ms	Ma
Lr	Cn

Assess

Image Recognition [Gr]

Ziel: Erkennt Objekte in Bildern oder Videos.

Anwendungen: Qualitätssicherung, autonome Fahrzeuge, medizinische Bildgebung

Markt & Bedeutung: Grundlage vieler KI-Anwendungen. Zentrale Rolle in der Automatisierung.

Hürden: Erfordert große Datenmengen, Datenschutz, hoher Rechenaufwand

Verbindungen: Basis für Image Identification, verknüpft mit Decision Making

Anbieter: Google, IBM, Microsoft, Amazon

General Recognition [Gr]

Ziel: Erkennt Muster und Zusammenhänge in Sensordaten, Texten, Bildern etc.

Anwendungen: Predictive Maintenance, IoT-Analyse

Markt & Bedeutung: Marktwachstum in Predictive Maintenance und IoT-Umfeld

Hürden: Keine Standardlösungen, hohe Entwicklungskosten

Verbindungen: Ähnlich zu Data Analytics, arbeitet mit Planning und Decision Making

Anbieter: SAP, KNIME, RapidMiner, Microsoft

Data Analytics [Da]

Ziel: Erkennt relevante Fakten in strukturierten und unstrukturierten Datenquellen.

Anwendungen: Verkaufstrends, Kundensegmentierung, Qualitätsprobleme, Risikoanalyse.

Markt & Bedeutung: Prognostiziertes Wachstum auf 8 Milliarden US-Dollar bis 2021.

Hürden: Integration von Datenquellen, Anpassung betrieblicher Prozesse, Schulung von Anwendern.

Verbindungen: Bezüge zu Predictive Inference, Explanatory Inference, Image Recognition und Text Extraction.

Anbieter: IBM Watson, ThoughtSpot, SparkBeyond, Inspirient, DataRPM, DataRobot.

Sr	Si
Ar	Ai
Fr	Fl
Ir	Ii
Gr	Gi
Pt	Ps
Ef	Dm
Sy	Te
Lg	Lu
Lc	Lt
Ml	Ms
Cm	Ma
	Cn

Assess

Speech Identification [Si]

Ziel: Identifiziert Sprecher anhand ihrer Stimme.

Anwendungen: Zugangskontrolle, personalisierte Sprachsysteme

Markt & Bedeutung: Wichtiger Baustein für biometrische Authentifizierung

Hürden: Stimmveränderung, Störgeräusche erschweren Identifikation

Verbindungen: Ergänzt Speech Recognition

Anbieter: Nuance, Verint, Microsoft

Audio Identification [Ai]

Ziel: Identifiziert konkrete Audiosignaturen wie Motoren oder Maschinen.

Anwendungen: Maschinenüberwachung, Sicherheitssysteme

Markt & Bedeutung: Wachstum im Bereich Industrie 4.0

Hürden: Wenig Trainingsdaten verfügbar

Verbindungen: Verwandt mit Audio Recognition

Anbieter: Bosch, Fraunhofer IDMT, Amazon

Identifiziert Personen auf Basis ihres Gesichts.

Face Identification [Fi]

Ziel: Identifiziert Personen anhand ihres Gesichts.

Anwendungen: Zugangssysteme, Strafverfolgung, Kundenanalyse

Markt & Bedeutung: Wichtiger Teil biometrischer Systeme

Hürden: Datenschutz und Ethikprobleme

Verbindungen: Basiert auf Face Recognition

Anbieter: NEC, Cognitec, Microsoft

Sr	Si
Ar	Ai
Fr	Fl
Ir	Ii
Gr	Gi
Pt	Pj
Ef	Ps
Sy	Dm
Da	Te
Lg	Lu
Lc	Lt
Ml	Ms
Cm	Ma
	Cn

Assess

Image Identification [Ii]

Ziel: Erkennt spezifische Objekte (z. B. ein bestimmtes Produkt).

Anwendungen: Produktsuche, Wartungssysteme, Qualitätsprüfung

Markt & Bedeutung: Grundlage für AR-Anwendungen und automatische Erkennung

Hürden: Oft keine ausreichend annotierten Daten

Verbindungen: Aufbauend auf Image Recognition

Anbieter: SAP, Google Lens, Amazon Rekognition

General Identification [Gi]

Ziel: Erkennt spezifische Situationen oder Objekte aus beliebigen Daten.

Anwendungen: Industriesteuerung, Verkehrssysteme

Markt & Bedeutung: Stark wachsender Markt in vernetzten Systemen

Hürden: Hohe Komplexität, multimodale Daten nötig

Verbindungen: Erweitert General Recognition

Anbieter: Siemens, IBM, SAP

Text Extraction [Te]:

Ziel: Extrahiert Informationen aus Texten (Entitäten, Orte, Zeiten).

Anwendungen: Dokumentenmanagement, Vertragsanalyse, Compliance

Markt & Bedeutung: Wichtig in Verwaltung, Recht, Medizin

Hürden: Uneinheitliche Formate, Sprache, Ambiguität

Verbindungen: Folgt auf Speech Recognition oder OCR

Anbieter: Spacy, IBM NLU, Google NLP

Sr	Si
Ar	Ai
Fr	Fl
Ir	Ii
Gr	Gi
Pt	Pt
Ef	Ps
Sy	Dm
Da	Te
Lg	Lu
Lc	Lt
Ml	Ms
Lr	Ma
Cm	Cn

Infer

Predictive Inference [Pi]

Ziel: Prognostiziert zukünftige Ereignisse oder Zustände.

Anwendungen: Wartung, Finanzprognosen, Gesundheitswesen

Markt & Bedeutung: Hohe wirtschaftliche Relevanz

Hürden: Komplexe Modellierung und Unsicherheit

Verbindungen: Verknüpft mit Planning, Data Analytics

Anbieter: RapidMiner, IBM Watson, Microsoft

Erklärt Ereignisse durch frühere Zustände.

Explanatory Inference [Ei]

Ziel: Erklärt Schlussfolgerungen und Ergebnisse.

Anwendungen: Fehleranalyse, medizinische Diagnostik

Markt & Bedeutung: Ermöglicht transparentere Systeme

Hürden: Schwierigkeit der Modellvalidierung

Verbindungen: Kombinierbar mit Predictive Inference

Anbieter: Explainable AI-Anbieter, Fraunhofer IAIS

Synthetic Reasoning [Sy]

Ziel: Logisch konsistente Schlüsse aus bestehenden Beweisen ziehen.

Anwendungen: Experten- und Empfehlungssysteme

Markt & Bedeutung: Stütze für erklärbare KI

Hürden: Widersprüche in Wissensbasen schwer behandelbar

Verbindungen: Verknüpft mit Knowledge Refinement

Anbieter: Cycorp, IBM Watson

Sr	Si
Ar	Ai
Fr	Fl
Ir	Ii
Gr	Gi
Al	Pl
Ef	Ps
Sy	Dm
Da	Te
Pj	Lg
Ls	Lc
Ml	Ms
Cm	Ma
	Cn

Planning [Pi]

Ziel: Algorithmische Erstellung von optimierten Handlungsplänen unter Berücksichtigung von Einschränkungen.

Anwendungen: Produktionsplanung, Ressourcenmanagement, Logistik, autonome Steuerung.

Markt & Bedeutung: Hohe Einsparpotenziale, Effizienzsteigerungen von bis zu 30 %. Hürden: Hohe kombinatorische Komplexität, Echtzeitplanung in dynamischen Umgebungen.

Verbindungen: Verknüpft mit Mobility Large, Mobility Small, Manipulation, Communication und Decision Making.

Anbieter: Insiris (Rubix), Stottler Henke (Aurora), Fraunhofer-Gesellschaft (RIOTANA®).

Problem Solving [Ps]

Ziel: Findet Lösungswege von einem Ist- zu einem Soll-Zustand unter Berücksichtigung von Rahmenbedingungen.

Anwendungen: Produktionsplanung, Routenoptimierung, Personaleinsatzplanung, autonome Steuerung (z. B. Drohnen, Fahrzeuge).

Markt & Bedeutung: Hohe Automatisierungspotenziale, Marktvolumen für Cobots bis 2025 auf 12,3 Milliarden US-Dollar geschätzt.

Hürden: Hohe Komplexität und Dynamik, Entwicklung effizienter Algorithmen, Umgang mit unbekannten Situationen.

Verbindungen: Eng verknüpft mit Planning und Decision Making, nutzt Daten von Audio Recognition und Image Recognition.

Anbieter: DeepMind, Fraunhofer-Gesellschaft, Anbieter von branchenspezifischer Planungssoftware.

Sr	Si
Ar	Ai
Fr	Fl
Ir	Ii
Gr	Gi
Pt	Ps
Ef	Te
Sy	Dm
Lg	Lu
Lc	Lt
Ml	Ms
Lr	Ma
Cm	Cn

Infer

Decision Making [Dm]

Ziel: Wählt aus Alternativen basierend auf Fakten und Zielen.

Anwendungen: Empfehlungssysteme, autonome Fahrzeuge, Diagnostik

Markt & Bedeutung: Zentrale Fähigkeit intelligenter Systeme

Hürden: Zielkonflikte, unvollständige Daten, Blackbox-Charakter

Verbindungen: Basiert oft auf Inferenz- und Analysemodulen

Anbieter: IBM Watson, SAP, Microsoft

Language Generation [Lg]

Ziel: Erzeugt verständliche, natürliche Texte.

Anwendungen: Chatbots, Reportgenerierung, Assistenzsysteme

Markt & Bedeutung: Zunehmend leistungsfähig durch LLMs

Hürden: Bias, Kohärenzprobleme, faktische Fehler

Verbindungen: Basiert auf Language Understanding, nutzt Inferenz

Anbieter: OpenAI, Anthropic, Google, DeepL

Language Understanding [Lu]

Versteht und interpretiert natürliche Sprache semantisch.

Anwendungen: Sprachassistenten, Übersetzungsdiene, Chatbots

Markt & Bedeutung: Kernbereich des Natural Language Processing

Hürden: Kontext, Ironie, Ambiguität schwer zu fassen

Verbindungen: Kombinierbar mit Text Extraction, Planning

Anbieter: OpenAI, Microsoft, Google, IBM

Sr	Si		
Ar	Ai	Pt	Pt
Fr	Fl	Ef	Ps
Ir	Ii	Sy	Dm
Gr	Gi	Da	Te
		Lg	Lu
		Lc	Lt
		Ml	Ms
		Ma	Ma
		Cn	Cn

Infer

Relationship Learning [Lr]

Ziel: lernt Zusammenhänge zwischen Variablen oder Entitäten.

Anwendungen: Kundenabwanderung, Empfehlungsmodelle

Markt & Bedeutung: Wesentlich für erklärbare Modelle

Hürden: Kausalität oft schwer von Korrelation zu trennen

Verbindungen: Verknüpft mit Category Learning, Knowledge Refinement

Anbieter: H2O.ai, SAS, Fraunhofer

Category Learning [Lc]

Ziel: Lernt neue Kategorien anhand gemeinsamer Merkmale.

Anwendungen: Bilderkennung, Textklassifikation, Fehlermuster

Markt & Bedeutung: Grundlage vieler maschineller Lernverfahren

Hürden: Kategorien oft unscharf oder dynamisch

Verbindungen: Kooperation mit Lr, Lu, Dm

Anbieter: scikit-learn, TensorFlow, KNIME

Knowledge Refinement [Lt]

Ziel: Überarbeitet bestehendes Wissen oder Regeln durch Erfahrung.

Anwendungen: Regelbasierte Systeme, lernende Agenten

Markt & Bedeutung: Essentiell für adaptive Systeme

Hürden: Erfordert Feedback und Vertrauensmodelle

Verbindungen: Arbeitet mit Inferenz, Planning

Anbieter: Stanford AI Lab, Expertensysteme

Sr	Si
Ar	Ai
Fr	Fl
Ir	Ii
Gr	Gi
Pt	Pt
Ef	Ps
Sy	Dm
Da	Te
Lg	Lu
Lc	Lt
Ml	Ms
Cm	Ma
	Cn

Respond

Mobility Large [MI]

Ziel: Steuert autonome Fahrzeuge im Verkehr.

Anwendungen: Robotaxis, Lieferroboter, Lkw

Markt & Bedeutung: Zentrale Anwendung von KI im Mobilitätssektor

Hürden: Sicherheit, Sensorintegration, Recht

Verbindungen: Kombiniert Wahrnehmung, Planung, Entscheidung

Anbieter: Waymo, Tesla, Baidu, Mobileye

Mobility Small [Ms]

Ziel: Steuert Roboter in Innenräumen mit Menscheninteraktion.

Anwendungen: Pflegeroboter, Lagerlogistik, Haushaltsroboter

Markt & Bedeutung: Wachsender Markt im Bereich Assistenz

Hürden: Navigation in komplexen, dynamischen Umgebungen

Verbindungen: Verknüpft mit Manipulation, Control

Anbieter: Boston Dynamics, iRobot, Fraunhofer IPA

Manipulation [Ma]

Ziel: Fähigkeit von Robotern, physische Objekte zu bewegen oder zu verändern.

Anwendungen: Industrieroboter, Montage, Haushalt

Markt & Bedeutung: Wichtiger Bereich in Industrie und Pflege

Hürden: Feinmotorik, Greifvielfalt, Sicherheit

Verbindungen: Ergänzt Mobility und Control

Anbieter: KUKA, ABB, Universal Robots

Sr	Si
Ar	Ai
Fr	Fl
Ir	Ii
Gr	Gi
Pt	Pt
Ef	Ps
Sy	Dm
Da	Te
Lg	Lu
Lc	Lt
Ml	Ms
Lr	Ma
Cm	Cn

Respond

Communication [Cm]

Ziel: Kommunikation zwischen Mensch und Maschine oder Maschinen untereinander.

Anwendungen: Dialogsysteme, vernetzte Geräte, Agentensysteme

Markt & Bedeutung: Essentiell für Zusammenarbeit und Akzeptanz

Hürden: Sprachbarrieren, Synchronisation

Verbindungen: Nutzen oft Sr, Lu, Lg kombiniert

Anbieter: Amazon Alexa, Apple Siri, Microsoft Bot Framework

Control [Cn]

Ziel: Intelligente Steuerung ohne direkte physische Manipulation.

Anwendungen: Börsenhandel, Energiemanagement, Verkehrssteuerung

Markt & Bedeutung: Große wirtschaftliche Bedeutung

Hürden: Komplexe Zielsysteme, Verzögerungen

Verbindungen: Verknüpft mit Planning, Inference

Anbieter: Siemens, Schneider Electric, IBM

3

Anwendungsbeispiele des Periodensystem der Künstlichen Intelligenz

Anwendungsbeispiel: Autonomes Fahren

Zusammenspiel der Elemente:

- Die Sensoren des Fahrzeugs (Kameras, Mikrofone, Lidar) liefern Daten, die durch Recognition- und Identification-Elemente analysiert werden.
- Basierend auf diesen Daten werden durch Planning, Problem Solving und Decision Making die nächsten Schritte geplant.
- Die Steuerung des Fahrzeugs erfolgt durch Control, während Communication den Austausch mit anderen Fahrzeugen oder der Infrastruktur ermöglicht.
- Predictive Inference hilft, zukünftige Ereignisse vorherzusehen, und Knowledge Refinement sorgt für eine kontinuierliche Verbesserung des Systems.

Erkennung der Umgebung:

Image Recognition [Ir]: Erkennung von Objekten wie Fußgängern, Fahrzeugen oder Straßenschildern.

Audio Recognition [Ar]: Erkennung von akustischen Signalen wie Hupen oder Sirenen.

General Recognition [Gr]: Analyse von Sensordaten, um die Verkehrssituation zu verstehen.

Identifikation und Kontext:

Image Identification [Ii]: Identifikation spezifischer Objekte, z. B. ein bestimmtes Fahrzeug oder ein Straßenschild.

General Identification [Gi]: Erkennung von Zuständen, z. B. ob ein Fahrzeug vor einem bremst oder beschleunigt.

Vorausschau und Optimierung:

Predictive Inference [Pi]: Vorhersage von Bewegungen anderer Verkehrsteilnehmer.

Explanatory Inference [Ei]: Erklärung von Entscheidungen, z. B. warum das Fahrzeug gebremst hat.

Lernen und Verbesserung:

Knowledge Refinement [Lt]: Kontinuierliche Verbesserung des Systems durch Feedback aus realen Fahrsituationen.

Planung und Entscheidungsfindung:

Planning [Pl]: Erstellung eines Fahrplans, z. B. wann überholt oder abgebogen werden soll.

Problem Solving [Ps]: Lösung von Problemen wie der Umfahrung eines Hindernisses.

Decision Making [Dm]: Treffen von Entscheidungen, z. B. ob gebremst oder beschleunigt werden soll.

Kommunikation und Steuerung:

Communication [Cm]: Kommunikation mit anderen Fahrzeugen (Car-to-Car) oder der Infrastruktur (Car-to-X).

Control [Cn]: Steuerung des Fahrzeugs, z. B. Beschleunigung, Bremsen oder Lenken.

Anwendungsbeispiel: Automatisierte Kreditbewertung und Betrugserkennung

Zusammenspiel der Elemente:

- Kundendaten und Transaktionshistorien werden durch Data Analytics, Relationship Learning und Category Learning analysiert, um Risikoprofile zu erstellen.
- Verdächtige Muster werden durch General Identification erkannt, während Predictive Inference die Kreditwürdigkeit vorhersagt.
- Decision Making trifft automatisierte Entscheidungen über Kreditvergabe oder Ablehnung, die durch Explanatory Inference transparent gemacht werden.
- Communication und Language Understanding ermöglichen die Interaktion mit Kunden, z. B. durch Chatbots.
- Knowledge Refinement sorgt für die kontinuierliche Verbesserung der Modelle basierend auf neuen Daten und Feedback.

Datenanalyse und Mustererkennung:

Data Analytics [Da]: Analyse von Kundendaten, Transaktionshistorien und finanziellen Kennzahlen.

Relationship Learning [Lr]: Erkennung von Beziehungen zwischen Kunden, Konten und Transaktionen, z. B. verdächtige Verbindungen.

Category Learning [Lc]: Klassifikation von Kunden in Risikoklassen basierend auf ihren finanziellen Profilen.

Identifikation und Kontext:

General Identification [Gi]: Erkennung von ungewöhnlichen Mustern oder Anomalien in Transaktionsdaten.

Audio Identification [Ai]: Identifikation von Kunden durch Sprachbiometrie bei telefonischen Anfragen.

Vorhersage und Entscheidungsfindung:

Predictive Inference [Pi]: Vorhersage der Kreditwürdigkeit eines Kunden basierend auf historischen Daten.

Decision Making [Dm]: Automatisierte Entscheidung über die Kreditvergabe oder Ablehnung.

Erklärung und Transparenz:

Explanatory Inference [Ei]: Erklärung der Kreditentscheidung, z. B. warum ein Antrag abgelehnt wurde.

Synthetic Reasoning [Sy]: Ableitung von Erkenntnissen aus komplexen Regelwerken, z. B. Compliance-Vorgaben.

Kommunikation und Interaktion:

Communication [Cm]: Einsatz von Chatbots zur Beantwortung von Kundenanfragen, z. B. zu Kreditstatus oder Transaktionen.

Language Understanding [Lu]: Verstehen von Kundenanfragen in natürlicher Sprache.

Lernen und Verbesserung:

Knowledge Refinement [Lt]: Kontinuierliche Verbesserung der Kreditbewertungsmodelle durch Feedback aus realen Fällen.

Anwendungsbeispiel: KI-gestützte Diagnose und Therapieplanung

Zusammenspiel der Elemente:

- Bildgebende Verfahren liefern Daten, die durch Image Recognition und Image Identification analysiert werden, um Anomalien zu erkennen.
- Patientendaten und Sensordaten werden durch General Recognition und General Identification ausgewertet, um Risikofaktoren zu identifizieren.
- Predictive Inference prognostiziert den Krankheitsverlauf, während Decision Making die beste Therapieoption auswählt.
- Explanatory Inference erklärt die Diagnose und Therapieentscheidung, während Communication und Language Understanding die Interaktion mit Patienten und Ärzten ermöglichen.
- Knowledge Refinement sorgt für die kontinuierliche Verbesserung der Modelle durch neue Daten und Feedback.

Erkennung und Analyse medizinischer Daten:

Image Recognition [Ir]: Erkennung von Anomalien in medizinischen Bildern wie Röntgenaufnahmen, MRTs oder CT-Scans (z. B. Tumore, Frakturen).

General Recognition [Gr]: Analyse von Sensordaten, z. B. aus Wearables oder medizinischen Geräten, um Muster zu erkennen.

Speech Recognition [Sr]: Umwandlung gesprochener Arzt- oder Patienteninformationen in Text, z. B. bei der Dokumentation.

Identifikation und Kontext:

Image Identification [Ii]: Identifikation spezifischer Krankheitsbilder oder pathologischer Befunde in Bilddaten.

General Identification [Gi]: Erkennung von Mustern in Patientendaten, z. B. Risikofaktoren für bestimmte Krankheiten.

Vorhersage und Entscheidungsfindung:

Predictive Inference [Pi]: Vorhersage des Krankheitsverlaufs oder der Wahrscheinlichkeit von Komplikationen.

Decision Making [Dm]: Unterstützung bei der Auswahl der besten Therapieoption basierend auf Patientendaten und Behandlungsrichtlinien.

Erklärung und Transparenz:

Explanatory Inference [Ei]: Erklärung der Diagnose oder Therapieempfehlung, z. B. warum eine bestimmte Behandlung vorgeschlagen wird.

Synthetic Reasoning [Sy]: Ableitung von Erkenntnissen aus komplexen medizinischen Regelwerken und Leitlinien.

Kommunikation und Interaktion:

Language Understanding [Lu]: Verstehen von Patientenanfragen oder medizinischen Berichten in natürlicher Sprache.

Communication [Cm]: Einsatz von Chatbots oder virtuellen Assistenten, um Patienten über Diagnosen oder Behandlungen zu informieren.

Lernen und Verbesserung:

Knowledge Refinement [Lt]: Kontinuierliche Verbesserung der Diagnose- und Therapieempfehlungen durch Feedback von Ärzten und Patienten.

Anwendungsbeispiel: Erkennung und Analyse astronomischer Daten

Zusammenspiel der Elemente:

- Bilddaten von Teleskopen werden durch Image Recognition und Image Identification analysiert, um Himmelskörper zu erkennen und zu klassifizieren.
- Sensordaten wie Lichtkurven oder Spektren werden durch General Recognition und Data Analytics ausgewertet, um Muster und Anomalien zu identifizieren.
- Predictive Inference und Synthetic Reasoning simulieren kosmische Prozesse und sagen astronomische Ereignisse voraus.
- Explanatory Inference erklärt die Ergebnisse, während Communication und Language Understanding die Interaktion mit Forschern und die Erstellung von Berichten ermöglichen.
- Knowledge Refinement sorgt für die kontinuierliche Verbesserung der Modelle durch neue Beobachtungsdaten.

Erkennung und Analyse astronomischer Daten:

Image Recognition [Ir]: Erkennung von Himmelskörpern wie Sternen, Galaxien oder Exoplaneten in Bildern von Teleskopen.

General Recognition [Gr]: Analyse von Sensordaten, z. B. Lichtkurven oder Spektraldaten, um Muster wie Pulsationen oder Rotverschiebungen zu erkennen.

Data Analytics [Da]: Verarbeitung großer Datenmengen aus Himmelsbeobachtungen, z. B. von Satelliten oder Observatorien.

Identifikation und Klassifikation:

Image Identification [Ii]: Identifikation spezifischer Himmelskörper oder Phänomene, z. B. Supernovae oder Schwarze Löcher.

Category Learning [Lc]: Klassifikation von Galaxien, Sternen oder anderen Objekten basierend auf ihren Eigenschaften.

Vorhersage und Simulation:

Predictive Inference [Pi]: Vorhersage von astronomischen Ereignissen wie Sternexplosionen oder Kollisionen von Galaxien.

Synthetic Reasoning [Sy]: Simulation von kosmischen Prozessen, z. B. der Entstehung von Sternen oder der Entwicklung von Galaxien.

Erklärung und Transparenz:

Explanatory Inference [Ei]: Erklärung der Entdeckung oder der Simulationsergebnisse, z. B. warum ein bestimmtes Objekt als Exoplanet klassifiziert wurde.

Kommunikation und Interaktion:

Language Understanding [Lu]: Verstehen von wissenschaftlichen Berichten oder Anfragen von Forschern.

Communication [Cm]: Automatisierte Erstellung von Berichten über Entdeckungen oder Simulationsergebnisse.

Lernen und Verbesserung:

Knowledge Refinement [Lt]: Kontinuierliche Verbesserung der Modelle durch neue Daten aus Beobachtungen und Simulationen.

4

Übungsaufgaben zum Periodensystem der Künstlichen Intelligenz

Zuordnung Elemente zu KI-Technologien

Ordnen Sie die Elemente des Periodensystems der Künstlichen Intelligenz folgenden Feldern zu:

- a) Klassische KI (Expertensysteme, Problemlösen)
- b) Statistik
- c) Maschinelles Lernen

Sr	Si								
Ar	Ai	Pi	Pl						
Fr	Fi	Ei	Ps		Lr				
Ir	Ii	Sy	Dm	Lg	Lc	Ml		Cm	
Gr	Gi	Da	Te	Lu	Lt	Ms	Ma	Cn	

Ordnen Sie die Elemente zu folgenden ML-Ansätzen zu:

- a) Supervised learning
- b) Unsupervised Learning
- c) Reinforcement Learning

In der Physik/Chemie gibt es vereinfacht Quarks, Atome und Moleküle

- a) Welche Entsprechung kann man für Moleküle finden, wenn das Periodensystem der KI Atomen entspricht?
- b) Welche Entsprechung kann man für Quarks finden?

Einsatz Elemente im beruflichen Kontext

Welche Elemente des Periodensystems können Sie Ihrem beruflichen Kontext zuordnen?

- Erstellen Sie dazu eine Liste von möglichen Einsatzfeldern und für jedes Einsatzfeld ordnen Sie die passenden Elemente zu. Es können durchaus mehr als ein Element zutreffen.

Sr	Si								
Ar	Ai	Pi	Pi						
Fr	Fi	Ei	Ps		Lr				
Ir	li	Sy	Dm	Lg	Lc	Ml	Cm		
Gr	Gi	Da	Te	Lu	Lt	Ms	Ma	Cn	