

Integration von Nachhaltigkeitsaspekten bei der Nutzung humanoider Roboter als berufsbezogene assistive Technologie für junge Erwachsene mit Autismusspektrumsstörung

Andrea DEDERICHS-KOCH

*iaim Institute of Automation & Industrial Management,
FOM University of Applied Sciences,
Leimkugelstraße 6, 45141 Essen*

Kurzfassung: Das Erlernen von komplexen Arbeitsprozessen in der beruflichen Bildung stellt für junge Erwachsene mit einer Autismusspektrumsstörung eine besondere Herausforderung dar. Hier können assistive Technologien in Form von humanoiden Robotern eine besondere Rolle spielen, da sie nicht nur adaptiv an die Arbeitsabläufe, sondern auch vor allem auch programmtechnisch an individuelle Lernprozesse angepasst werden können. In diesem Beitrag soll nicht nur Funktionalität im Rahmen eines Anwendungsszenarios bewertet und diskutiert werden, sondern auch die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten, wie beispielsweise Reparaturfähigkeit der verwendeten Robotersysteme, Berücksichtigung finden.

Schlüsselwörter: Robotik, intelligente Assistenz, berufliche Qualifizierung, Autismusspektrumsstörung

1. Vorüberlegungen und Randbedingungen

Junge Erwachsene mit Autismusspektrumsstörung (DSM IV, ICD-10) weisen ein spezifisches Lernverhalten auf, wie z. B. eine ungewöhnliche Faszination für bestimmte Themen oder repetitives Verhalten (Attwood 2008) sowie herausragende visuelle Fähigkeiten in Bezug zur Intelligenz (Dawson 2007). Vielfältige Entwicklungen zeigen die Interaktionsfähigkeit von Robotern (Breazeal 2002) und deren Anwendung im Kontext der Autismusspektrumsstörung (Cabibihan et al. 2013) auf, insbesondere auch im Rahmen der Therapie (Dautenhahn et al. 2002; Ismail et al. 2012). Erste Konzepte zur Nutzung humanoider Roboter in Bezug zur beruflichen Bildung befinden sich in der technischen Realisierung (Dederichs-Koch 2021), daher soll dieser Ansatz nachfolgend im Rahmen eines Anwendungsszenarios durch den Einsatz des humanoiden NAO Roboters (<https://www.aldebaran.com/de/nao>) und des Robotis OP2 (<https://www.robotis.us/>) weiterentwickelt werden.

Komplexe humanoide Robotersysteme mit hoher Funktionalität sind nicht nur mit hohen Anschaffungs-, sondern auch mit entsprechenden Betriebskosten verbunden. Hier sind u. a. die Gestaltbarkeit (Soft- und Hardware) und die Reparaturfähigkeit abhängig von den vom Hersteller verwendeten Bauteilen und Komponenten zu berücksichtigen. Außerdem hat sich im Rahmen von Robotikkursen mit Jugendlichen mit Autismusspektrumsstörung herausgestellt, dass die Veränderbarkeit ein wesentliches Element der Akzeptanz und Motivation darstellt (Dederichs-Koch et al. 2018). Daher soll in einem partizipativ-explorativen Konzept die Anpassungsfähigkeit an individuelle

2. Technische Randbedingungen und Nachhaltigkeitsaspekte

2.1 Robotiksysteme

Head

Torso

RArm

LArm

RLeg

LLeg

Standard PC-based Robot with Convenient Interfaces

19" LCD-m
500MHz
RX LED-m

LED's
10 00 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 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985

Der humanoide NAO Roboter (Gouailliers et al. 2008) hat eine Größe von 58 cm, besitzt 25 Freiheitsgrade, die Steuerung erfolgt mit Hilfe eines 1,91 GHz Atom Prozessors (quad core, 4 GB DDR3 RAM), vier omnidirektionale Mikrofone und zwei Lautsprecher zur Sprachinteraktion, zwei Kameras zur Gesichts- und Objekterkennung und einer Bluetooth- und Ethernet-Wifi-Konnektivität. Weitere komplexe Interaktionskonzepte sind im Robotersystem implementiert, wie z. B. Autonomous Life, Emotionserkennung oder Semantic Engine.

2

einem Mikrofon und Lautsprecher zur Sprachmodellierung. Komplexere Interaktionskonzepte sind nicht implementiert, jedoch können aufgrund des Open Source Designs eigene Anwendungen erstellt werden, einige Komponenten sind bereits frei verfügbar.

2.2 Funktionalität, Gestaltbarkeit und Nachhaltigkeitsaspekte

Aufgrund der zuvor dargestellten technischen Randbedingungen weisen die beiden Roboter eine sehr unterschiedliche Funktionalität und Gestaltbarkeit auf. Mit Hilfe des NAO Roboters können komplexe, interaktive Anwendungen konzipiert werden. Dies liegt insbesondere in der impulsgebenden Funktion des „Autonomous Life“ und der in der Bildverarbeitung integrierten Emotionserkennung begründet. Auch können einfache Dialoge ohne Programmierung geführt, aber auch komplexe, variable Dialoge erstellt werden, dies motiviert zur intensiven auditiven Interaktion. Die äußere Gestalt lässt sich jedoch nicht durch eigene Ideen erweitern, auch weist die Konstruktion eine gewisse Reparaturanfälligkeit bei intensivem Gebrauch auf und es fallen dadurch relativ hohe Reparaturkosten an, da durch die komplexe Konstruktion defekte Komponenten nur durch den Hersteller instandgesetzt werden können.

Beim Robotis OP2 sind nur wenige Funktionen direkt nutzbar, komplexe Interaktionsmöglichkeiten fehlen, können aber durch eigene Programmierungen implementiert werden. Als besonders positiv ist die robuste und modulare konstruktive Bauweise zu nennen, was eigene Reparaturen, aber auch die personalisierte Gestaltung, z. B. durch die additive Fertigung, ermöglicht. Hierdurch sind die hohen Anschaffungskosten in Relation zur langen Nutzungsdauer zu sehen. Defekte Bauteile können kostengünstig und einfach selbst ausgetauscht werden, sodass hier aus Nachhaltigkeitsgründen dieses System zu bevorzugen ist. Insbesondere sind in einem partizipativ-explorativen Ansatz neue kreative Ideen zur Bauweise und Gestaltung zu erwarten. Auch ist dieser Robotertyp in verschiedenen Größen und in kostengünstigeren Varianten erhältlich, sodass ein einfacher Einstieg möglich ist und darauf basierend komplexere Konstruktion realisierbar sind.

3. Konzept des Anwendungsszenarios

Nachfolgend werden die Möglichkeiten und Grenzen zur Gestaltung eines Anwendungsszenarios durch die technischen Randbedingungen der beiden verschiedenen humanoiden Roboter aufgezeigt. Die Grundlage bildet eine einfache Taschenlampenmontage im Modellmaßstab (Barton 2008), passend zu den humanoiden Robotern und ist exemplarisch in Abbildung 2 für den NAO Roboter dargestellt. Die Bauteile der Taschenlampe sind im 3D-Druckverfahren herstellbar und können dadurch passend skaliert werden. Als Energiequelle dienen zwei Batterien, die in das obere Bauteil eingesetzt werden. Darauf muss anschließend die Leuchtdiode eingesetzt werden. Sowohl bei den Batterien als auch bei der Leuchtdiode ist auf die korrekte Orientierung zu achten. Danach erfolgt die Montage der Rückseite, durch das mittlere Element, das sich biegen lässt, werden die Drähte der Leuchtdiode auf die Batterien gedrückt, wodurch die Taschenlampe zu leuchten beginnt. Die Taschenlampe kann noch mit einem Band oder Kette versehen und damit als Schlüsselanhänger verwendet werden.

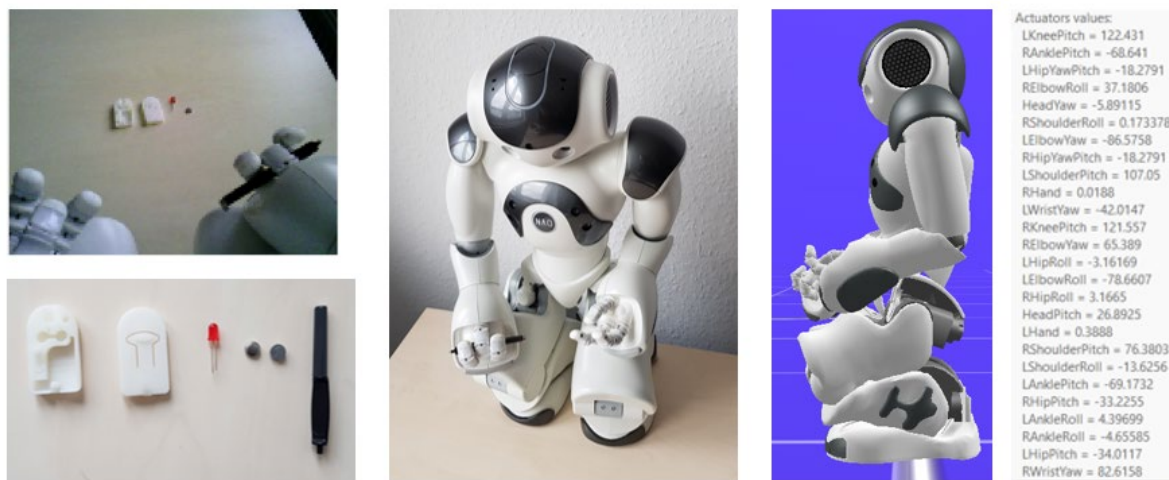


Abbildung 2: Anwendungsszenario Taschenlampen-Montage im Rahmen einer Mensch-Roboter-Interaktion.

Bei der Konzipierung ist zu überlegen, ob die Interaktion durch Sprache und visuelle Komponenten erfolgen soll oder ob eine haptische Interaktion durch den Roboter möglich ist. Beispielsweise kann das korrekte Einsetzen der einzelnen Bauteile mit Hilfe des Bildverarbeitungssystems des Roboters geprüft werden, dies muss aber entsprechend eintrainiert werden (Dederichs-Koch 2021). Auch ist bei dem NAO Roboter die Kombination mit einem Tablet möglich, auf diesem können die einzelnen Arbeitsschritte erklärt und per Foto oder Video demonstriert werden. Das Einlegen der Batterien könnte ebenfalls durch den Roboter erfolgen, hierzu kann das zusätzliche Werkzeug genutzt werden, das der Roboter in seiner rechten Hand in der Abbildung 2 hält. Hierzu ist eine aufwendige Bewegungsmodellierung notwendig, bei der die einzelnen Positionen des Roboters einzeln geteacht werden müssen. Die Einstellung aller Gelenkwinkel der dargestellten Roboterposition ist in der Abbildung 2 rechts enthalten. Das direkte Greifen der Batterien ist aufgrund der Handkonstruktion nicht möglich, dies gilt auch für das Einsetzen der Leuchtdiode. Die gesamte Anwendung kann durch die verschiedenen weiteren Komponenten, wie Gesichts- und Emotionserkennung weiter verfeinert und personalisiert werden.

Prinzipiell ist der humanoide Robotis Op2 analog einzusetzen, jedoch verfügt dieser in der Grundausstattung nicht über eine Greiffunktion. Diese könnte jedoch durch eine eigene Konstruktion und Realisierung per additiver Fertigung integriert werden. Dies ermöglicht sogar die spezifische Anpassung an das Anwendungsszenario und ließe sich jederzeit auch kostengünstig verändern. Die Bewegungsmodellierung erfolgt mit Hilfe einer spezifischen Software und, wie auch beim NAO Roboter, durch Einstellung der Gelenkwinkel durch die im Roboter verbauten Motoren. Auch die Überprüfung der Montageschritte kann mit Hilfe der eingebauten Kamera überprüft werden, hierzu sind diese einzutrainieren. Spezifische bzw. personalisierte Interaktionen sind auf dem Roboter nicht implementiert, eine eigene Programmierung ist relativ aufwendig. Die Dialoggestaltung kann nicht flexibel gestaltet werden, in der Grundausstattung wird nur das Abspielen von mp4-Files ermöglicht.

4. Fazit und Ausblick

Das vorgestellte Anwendungsszenario ist bisher im Rahmen einer ersten Anwendungsstudie konzipiert worden. Um diese weiter zu realisieren und einsetzen zu können, sind in Abhängigkeit vom verwendeten Roboter unterschiedlich aufwendige Arbeiten durchzuführen. Ist eine Kontrolle der Montageschritte zu integrieren, so ist bei NAO Roboter ein integriertes Tool verwendbar, während beim Robotis OP2 umfangreichere Programmierarbeiten erforderlich sind. Eine Testung des integrierten Tools im NAO Roboter hat jedoch gezeigt, dass auch hier ein zusätzliches externes Trainieren der Daten eine bessere Qualität liefert.

Der gravierendste Unterschied zwischen beiden Robotersystemen besteht zum einen in der komplexen Interaktionsunterstützung beim NAO Roboter, diese fehlt beim Robotis OP2 vollständig, kann aber implementiert werden, zum anderen im konstruktiven Aufbau und der Möglichkeit zur eigenen Gestaltung bei Robotis OP2. Dies ermöglicht auch die langfristige Nutzung dieses Roboters durch die Reparaturfähigkeit der Komponenten. Auch kann die Gestaltung des Roboters in die berufliche Qualifizierung eingebunden werden, indem die Funktionen des technischen Zeichnens, der Konstruktionstechniken und des 3D-Drucks erlernt werden können. Auch Erfahrungen im Bereich der Festigkeitslehre, des Werkstoffeinsatz sowie der Recyclingfähigkeiten und Ressourceneffizienz lassen sich integrieren. So können experimentelle Untersuchungen zu Materialreduzierung und Robustheit durchgeführt werden. Die Gestaltungsfähigkeit motiviert zu einem kreativen Umgang im Rahmen des Anwendungsszenarios. Auch im Sinne der Nachhaltigkeit können sich die nutzenden Personen über Ressourceneffizienz Gedanken machen und so Verantwortungsbewusstsein und Reflektionsfähigkeit trainieren.

6. Literatur

- Attwood T (2008) Ein Leben mit dem Asperger-Syndrom. Trias Verlag, Stuttgart.
- Breazeal CL (2002) Designing Sociable Robots. A Bradford Book. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Barton C (2008) Konstruktionsstudie am Beispiel einer Taschenlampe im Modellmaßstab, Entwicklungsprojekt.
- Cabibihan JJ, Javed H, Ang M, Aljunied SM (2013) Why Robots? A Survey on the Roles and Benefits of Social Robots in the Therapy of Children with Autism. *Int J if Soc Robotics* 4: 593–618.
- Dautenhahn K, Bond AH, Canamero L, Edmonds EB (2002). *Socially Intelligent Agents. Creating Relationships with Computers and Robots*. Kluwer Academic Publishers, Bosten, Dordrecht, London.
- Dawson M, Soulieres I, Gernsbacher MA, Mottron L (2007). The Level and Nature of Autistic Intelligence. In: *Association for Psychological Science*.
- Dederichs-Koch A (2021) Partizipativ-explorativer Ansatz für die Nutzung humanoider Roboter als berufsbezogene assistive Technologie für Jugendliche und junge Erwachsene mit Autismusspektrumsstörung, GfA Frühjahrskongress, Bochum
- Dederichs-Koch A, Zwiars U, Dreher R (2018) Beruflicher Robotik-Vorqualifizierungskurs für Jugendliche und junge Erwachsene mit Asperger-Syndrom, 13. Ingenieurpädagogische Regionaltagung, Bochum
- DSM IV (1996). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 4th Ed.
- ICD-10 (2017). WHO (Ed.) *International Classification of Diseases*. German Modification.
- Ismail IL, Shamsudin S, Yussof, H, Hannapiah FA, Zahari NI (2012). Estimation of Concentration by Eye Contact Measurement in Robot-based Intervention Program with Autistic Children. *Procedia Engineering* 41: 1548–1552.

Gouaillier D, Hugel V, Blazevic P, Kilner C, Monceaux J, Lafourcade P, Marnier B, Srre J, Maisonnier B (2008) The NAO humanoid: a combination of performance and affordability, Computing Research Repository.

Robotis. Accessed Jan 2023. <https://emanual.robotis.com/docs/en/platform/op2/>

Softbank Robotics. Accessed Jan 2023. <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao>

Thai CN (2017) Exploring Robotics with ROBOTIS System. Springer International Publishing Switzerland, Cahm.

Danksagung: Frau Raphaela Mund und Frau Marlies Seeländer für die konstruktive Zusammenarbeit im Rahmen von Robotikkursen im Autismuszentrum Lüdenscheid und vor allem den Teilnehmern dieser Robotikkurse für die Inspirationen zur Gestaltung und Anwendung von Robotiksystemen.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher
und nachhaltiger Arbeitssysteme
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

GfA-Press

Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023
ISBN 978-3-936804-32-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© GfA-Press, Sankt Augustin

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de