



Peppers Fähigkeiten

1. Einsatzorte

Grundsätzlich ist Pepper räumlich ziemlich flexibel einsetzbar. Dies gilt jedoch primär für das Innere von Gebäuden. Außeneinsätze sind dagegen problematisch wegen Peppers Empfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen (z.B. Feuchtigkeit, Temperaturschwankungen, Untergrundbeschaffenheit). Außerdem kann die sensorische Wahrnehmung des Roboters durch Umgebungsfaktoren, wie z.B. Gegenlicht oder irritierende Objekte, stark beeinträchtigt werden. (Die letztgenannte Einschränkung gilt übrigens auch für den Einsatz im Inneren von Gebäuden.)

Pepper kann durch eigenständige Erkundung und Kartierung seine Umgebung kennenlernen und die resultierende Karte für die Navigation durch diese Umgebung nutzen. Allerdings sollten an die Genauigkeit und Vollständigkeit der Karte keine hohen Ansprüche gestellt werden.

2. Manipulation von Objekten

Pepper ist ausgestattet mit zwei Armen und Händen mit jeweils fünf Fingern. Damit kann er kleine Objekte greifen, anheben, mit seiner Hand drehen und an einem anderen Ort ablegen. Allerdings dürfen diese Objekte nicht viel wiegen, und die Manipulation ist auch nicht sonderlich präzise. Das Schleppen von Lasten ist Pepper definitiv nicht möglich. In erster Linie haben Peppers Arme und Hände Kommunikationsfunktion, sie sind keine Werkzeuge für die Verrichtung manueller Arbeiten.



Peppers Fähigkeiten

3. Mobilität

Pepper kann auf drei multidirektionalen Rädern in jede horizontale Richtung navigieren und sich 360 Grad um die eigene Achse drehen. Seine Fortbewegungsgeschwindigkeit entspricht dem langsamen Gehtempo eines Menschen (3 km/h). Da ihm Beine und Füße fehlen, kann er keine Absätze oder Treppen bewältigen oder über Hindernisse auf dem Boden hinwegsteigen. Mit Hilfe seiner eingebauten Kollisionserkennung kann Pepper aber Zusammenstöße vermeiden und um Hindernisse herumfahren.

Als fahrender Roboter ist Peppers Einsatz zunächst auf eine einzelne Ebene oder Stockwerk beschränkt. Ein Ebenenwechsel ist über eine Rampe, die nicht sehr steil sein darf, oder per Aufzug möglich. Es ist jedoch schwierig für Pepper, von einem Raum in den anderen zu gelangen, weil er Probleme damit hat, Türöffnungen als solche zu erkennen und seinen Weg hindurch zu finden. Muss Pepper längere Strecken, vielleicht auf glattem Boden, zurücklegen, besteht die Gefahr der Überhitzung der Motoren, die seine Räder antreiben. Wenn sich Pepper also fortbewegen soll, dann müssen die Wege kurz sein. Die Räder sind zwar recht griffig, können aber auf glattem Boden durchdrehen.

Aus Sicherheitsgründen kann sich Pepper nicht von der Stelle bewegen, wenn er an das Stromnetz angeschlossen ist. Mobil ist Pepper mit Hilfe seiner eingebauten Lithium-Ionen-Batterie. Die Batterielaufzeit beträgt laut Hersteller bis zu 12 Stunden, kann aber bei intensiver Inanspruchnahme, insbesondere der Motoren, deutlich darunter liegen.



Peppers Fähigkeiten

4. Konnektivität

Pepper ist in der Lage, sich über zwei eingebaute WLAN-Adapter (einer davon in seinem Tablet) mit dem Internet zu verbinden. Außerdem verfügt er über einen Ethernet-Anschluss, der jedoch für Besitzer des Roboters nicht zugänglich ist, weil dafür eine Klappe an seinem Hinterkopf entfernt werden muss. Die erfolgreiche Verbindung mit dem Internet hängt davon ab, welche Verschlüsselungstechnologien in den WLAN-Zugangspunkten des Drahtlosanbieters verwendet werden. Es hat sich herausgestellt, dass Pepper aktuell ein Problem mit WPA2 Enterprise hat, das in den Zugangspunkten der Universität Marburg zum Einsatz kommt. Als Folge davon kann sich Pepper nicht mit den Drahtlosnetzwerken der Universität verbinden.

(Update November 2017: Pepper kann sich nun durch ein speziell für ihn eingerichtetes Drahtlosnetzwerk mit den Zugangspunkten der Universität Marburg verbinden.)

5. Sprache und Dialog

Pepper besitzt die Fähigkeit zur maschinellen Spracherkennung und Sprachsynthese, mit denen er menschliche Spracheingaben in Text und eigene Texte in gesprochene Sprache umwandeln kann. Die Sprachunterstützung ist im Mai 2017 am vollständigsten für Englisch und Japanisch, gefolgt von Französisch, Italienisch, Deutsch, Spanisch, Mandarin Chinesisch, Mandarin Taiwanesisch, Niederländisch und Arabisch (vgl. http://doc.aldebaran.com/2-5/family/pepper_technical/languages_pep.html).



Peppers Fähigkeiten

Pepper verdankt seine sprachlichen Fähigkeiten vor allem der Kooperation seines Herstellers, Aldebaran Softbank, mit Nuance, einem führenden Anbieter von Sprachtechnologien.

Während eine Reihe von Sprachen unterstützt werden, ist Pepper selbst nicht automatisch multilingual. Er "spricht" vielmehr jeweils nur die Sprache, auf die er eingestellt wurde. Applikationen können dagegen mehrere unterstützte Sprachen verwenden, die aber im Programm zuerst gesetzt werden müssen.

Pepper akzeptiert kontinuierliche Spracheingaben ohne vorherigen Trainingsprozess; die Spracherkennung ist also sprecherunabhängig. Ob sich Pepper im Laufe der Zeit an die Sprechmuster eines bestimmten Menschen anpassen kann, ist nicht bekannt.

Die maschinelle Sprachsynthese ist auf dem Stand der Technik. Die Aussprache ist verständlich und von der Prosodie her weitgehend natürlich. Abweichungen zeigen sich vor allem bei längeren Sprachausgaben, sie sind jedoch nicht gravierend oder besonders störend. Ein Problem ist, dass für die einzelnen unterstützten Sprachen unterschiedliche Sprecher als Basis verwendet werden mussten. Deshalb klingt die englische Stimme von Pepper anders als beispielsweise die deutsche oder japanische. Da die Charakteristika der Stimme die Identität einer Person maßgeblich mitbestimmen, wird Pepper jemand anders, wenn er die Sprache wechselt.

Da Pepper von Körpergröße und Gesicht her einem Kind ähnelt, wurde eine kindliche Stimme für ihn ausgewählt. Es bleibt herauszufinden, inwieweit ihn dies, evtl. zusammen mit seinem Erscheinungsbild, für bestimmte Rollen qualifiziert oder disqualifiziert.



Peppers Fähigkeiten

Peppers sprachliche Darbietungen können, abhängig von der Programmierung der Applikation, bimodal sein, indem Pepper seine gesprochenen Beiträge durch non-verbales Kommunikationsverhalten, insbesondere Gesten, komplementiert. Ein menschliches Niveau der verbalen und non-verbalen Kommunikationskompetenz sollte jedoch nicht erwartet werden, insbesondere nicht hinsichtlich Flexibilität und Robustheit.

Gesprochene Spracheingaben und -ausgaben lassen sich in Dialogen zwischen Mensch und Roboter einsetzen. In diesen Dialogen reagiert Pepper auf erkannte gesprochene Stimuli mit entsprechenden vordefinierten Antworten, die zufällig variiert werden können. Struktur und Thema des Dialogs, die möglichen Benutzereingaben und die möglichen Antworten des Roboters werden vom Entwickler vorgegeben. Standardmäßig merkt sich Pepper nicht, worüber gesprochen wurde, d.h. er führt keine Dialogmodellierung durch. Diese sollte jedoch programmierbar sein.

Aufgrund der Erfordernis, alle Dialogoptionen vorzudefinieren, sind Gespräche mit Pepper zum aktuellen Zeitpunkt nicht sonderlich flexibel.

Der menschliche Schreiber des Dialogs muss möglichst alle Benutzereingaben und sinnvolle Reaktionen bereits während des Entwicklungsprozesses vorhersehen und implementieren. Fehler im laufenden Dialog müssen durch selbst geschriebene Mechanismen im Dialog behandelt werden.

6. Emotionserkennung



Peppers Fähigkeiten

Pepper besitzt die Fähigkeit, in Interaktionen mit Menschen deren Darstellung von vier Basisemotionen zu erkennen: Freude, Traurigkeit, Ärger und Überraschung. Hierzu erkennt und integriert er visuelle, akustische und linguistische Merkmale, die er über seine eingebauten Kameras und Richtmikrofone von seinem menschlichen Gesprächspartner wahrnimmt. Dazu gehören unter anderem Mimik, Tonfall, verwendete Schlüsselwörter und die Haltung des Kopfes seines Interaktionspartners.

7. Emotionsdarstellung

Pepper kann durch Kombination von verbalem und non-verbalem Verhalten positive und negative Emotionen wie Freude oder Langeweile darstellen. Als Mittel stehen ihm dafür die Anpassung verschiedener sprachlicher Parameter (Sprechgeschwindigkeit, Tonhöhe, Lautstärke, Pausen); paralinguistische Lautäußerungen; Gesten; Körperhaltung; Blickkontakt; sowie Variationen von Farbe und Leuchten ("Blinken" und "Rollen") der LEDs seiner "Augen" zur Verfügung. Da Peppers Gesichtszüge starr sind wie die einer Porzellanpuppe, spielt Mimik bei der Emotionsdarstellung keine Rolle. (In anderen Robotermodellen (nicht von Peppers Hersteller) wird bereits mit beweglichen Gesichtszügen experimentiert.)

8. Präsentation

Pepper kann Informationen nicht nur mit Hilfe von Sprache und Körpersprache präsentieren, sondern auch auf ein eingebautes Tablet zurückgreifen, das er auf seiner Brust trägt. Dabei handelt es sich um



Peppers Fähigkeiten

ein 10-Zoll-Tablet, das im Querformat montiert ist. Über das Tablet können Benutzer Eingaben tätigen und Pepper kann dort Informationen präsentieren, wie z. B. Bilder, Videos oder Webseiten. Die Präsentation auf dem Tablet kann durch verbale und non-verbale Äußerungen des Roboters ergänzt werden.

9. Wahrnehmung

Zur Wahrnehmung seiner Umgebung ist Pepper mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet. Dazu gehören zwei HD-Kameras (eine oberhalb und zwischen seinen "Augen", eine in seinem "Mund"), eine 3D-Kamera (hinter den "Augen") und vier Richtmikrofone in seinem Kopf, mit denen er visuelle und akustische Informationen erfassen kann, unter anderem Sprache, menschliche Emotionsdarstellungen und Objekte in seiner Umgebung. Peppers Kopf und Hände sind mit taktilen Sensoren ausgestattet, die Berührung registrieren. Darüber hinaus verfügt Pepper in seinem Fuß über zwei Ultraschallsender und -empfänger (= Sonar), sechs Laser-Sensoren und drei Hindernisdetektoren. Damit kann er die Distanz zu Objekten in seiner Nähe bestimmen (Reichweite: 3 Meter). Weitere Sensoren messen innere Zustände des Roboters, wie z.B. die Temperatur seiner Komponenten oder den Batteriestand.

Pepper ist bereits darauf programmiert, Sensordaten auf komplexe Art und Weise zu verarbeiten. So kann man in Applikationen folgende Funktionen als Module nutzen:

- Lokalisierung, Verfolgung und Erkennung von Gesichtern
- Lernen von Gesichtern und ihre Wiedererkennung



Peppers Fähigkeiten

- Lokalisierung und Verfolgung von Menschen
- Erkennen von Bildern, Objekten und Örtlichkeiten, die vorher im Video-Monitor erlernt wurden
- Erkennen von Alter und Geschlecht einer oder mehrerer Personen anhand des Gesichts
- Erkennen von Emotionen einer oder mehrerer Personen
- Erkennen von Lächeln des Gesprächspartners

Es muss betont werden, dass Peppers "Sinne", insbesondere sein Sehen und Hören, nicht mit den menschlichen Gegenstücken gleichgesetzt werden sollten. Im Sehen wie im Hören ist Pepper dem Menschen unterlegen. So spielen Lichtverhältnisse, Geräuschniveau, Anzahl der Personen im Gesichtsfeld des Roboters und andere Faktoren eine große Rolle für die Performanz von Peppers Sensoren. Die Folge ist, dass sich unter ungünstigen Bedingungen schnell Fehler in der Wahrnehmung des Roboters häufen können. Solche ungünstigen Bedingungen sind in praktischen Einsatzszenarien häufig anzutreffen.

10. Glaubwürdigkeit

Pepper wird von seinem Hersteller unter anderem mit der Aussage "Dieser Roboter lebt" beworben. An dieser Stelle geht es nicht um die Frage, inwieweit dem zuzustimmen ist. Es ist aber richtig, dass Pepper verschiedene Verhaltensweisen zeigt, die darauf angelegt sind, im menschlichen Beobachter die Wahrnehmung von Pepper als lebendigem, empfindungsfähigem Individuum zu fördern und dadurch seine Glaubwürdigkeit zu erhöhen. Dazu gehören:



Peppers Fähigkeiten

- Leerlaufaktionen.

Wenn Pepper gerade mit nichts anderem beschäftigt ist, dann führt er autonom und zufallsgesteuert verschiedene körperliche Aktionen aus. Zum Beispiel öffnen und schließen sich dann seine Hände, er bewegt leicht die Arme und seinen Oberkörper hin und her, und er dreht den Kopf in verschiedene Richtungen. Diese Aktionen dienen vornehmlich einem Zweck, nämlich, dem Benutzer deutlich zu machen: "Ich lebe. Wäre ich eine Maschine, dann würde ich leblos auf meinem Platz warten, bis mich wieder jemand benutzt." Eine weitere Funktion ist vermutlich, Pepper beweglich zu halten.

- Menschliche Aktionen und Reaktionen.

Pepper ist darauf programmiert, auf bestimmte Situationen und menschliche Aktionen so zu reagieren, wie man es von einem Menschen erwarten würde. Einige Beispiele hierfür sind:

- Wenn Pepper eingeschaltet wird oder aus dem Ruhezustand aufwacht, reckt und streckt er sich wie ein Mensch in derselben Situation. (Die Nebenfunktion ist vermutlich das Testen der Beweglichkeit der eigenen Gliedmaßen.)
- Berührt man Pepper an verschiedenen Stellen seines Körpers, die mit entsprechenden Sensoren ausgestattet sind (z.B. am Kopf), dann reagiert er darauf mit Aussagen wie "Ich mag es, wenn Du mich am Kopf berührst" oder "Das kitzelt". Deckt man mit der Hand die Linse seiner Kamera zu, fragt er erschrocken, warum es auf einmal dunkel geworden ist.
- Pepper kommentiert bestimmte Umstände oder Zustände mit paralinguistischen Lautäußerungen wie Seufzern oder Ausdrücken des Wohlbefindens.



Peppers Fähigkeiten

- In Interaktionen mit Menschen folgt Pepper konventionellen Dialogmustern. Begrüßt man ihn, grüßt er zurück, bedankt man sich bei ihm, antwortet er mit "Gern geschehen".
- Nimmt Pepper Stimuli (Bewegung, Berührung, Laute, Menschen) aus seinem Umfeld wahr, dann schenkt er ihnen erkennbar Aufmerksamkeit, indem er seinen Kopf und/oder Körper in Richtung des Stimulus bewegt.
- Wenn Pepper eine Zeit lang ignoriert wird, dann bringt er sich verbal in Erinnerung.

Schlussfolgerungen

Peppers Architektur ist für die Verrichtung körperlicher Arbeiten, insbesondere schwerer Arbeiten mit Lasten u.ä., ungeeignet. Sie ist dagegen prädestiniert für Mensch-Maschine-Kommunikation und Mensch-Maschine-Beziehungen. In den Bereichen Kommunikation und Beziehungsaufbau kann Pepper punkten mit natürlichsprachlicher Dialogfähigkeit, der Fähigkeit zur Erkennung und Darstellung von Emotionen sowie non-verbaler Kommunikation über Gestik, Blickkontakt und Körperhaltung. Außerdem ist er in der Lage, Menschen zu erkennen und wiederzuerkennen. Mit Hilfe des eingebauten Tablets lässt sich Pepper auch für Lehr- und Präsentationsaufgaben einsetzen. Pepper eignet sich also für Rollen, in denen körperliche Aktionen (ausgenommen die non-verbale Kommunikation) die Ausnahme und Kommunikation und Beziehungsaufbau die Regel sind.

Hypothese 1: Aus den genannten Gründen kann Pepper Rollen wie die folgenden NICHT spielen: Haushaltshilfe, Kellner, Fabrikarbeiter,



Peppers Fähigkeiten

Soldat, Handwerker etc. Andere Rollen, die weniger auf körperliche Arbeit und mehr auf Kommunikation und Beziehungen fokussiert sind, liegen ihm mehr. Dazu gehören: Begleiter, Gefährte, Ansager, Moderator, Präsentator, Verkäufer, Tutor, Dozent, Auskunftsperson.

Frage 1: Welche der möglichen Rollen sind für Pepper geeigneter als andere?

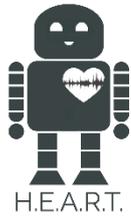
Damit entspricht Pepper offensichtlich nicht dem stereotypen Bild des Roboters als "Arbeiter" (der Begriff "Roboter" leitet sich ursprünglich aus dem Tschechischen "robota" = Zwangsarbeiter ab), das gerade in westlichen Kulturen weit verbreitet ist.

Hypothese 2: Menschen insbesondere aus westlichen Kulturen wenden das Stereotyp vom Roboter als maschinellm Arbeiter auf Pepper an und erwarten von ihm, dass er "nützliche Dinge" tut, d.h. körperliche Arbeiten für Menschen (speziell sie selbst) verrichtet. Kommunikation und Beziehungen gehören für sie nicht zu diesem Bild.

Frage 2: Erkennen und anerkennen Menschen Peppers Stärken, die eben nicht im Bereich der körperlichen Arbeit, sondern in zwei traditionell menschlichen Domänen liegen, und dass Pepper gerade durch seine kommunikativen und beziehungsorientierten Fähigkeiten "nützliche Dinge" für sie tun kann? Anders ausgedrückt: Lässt sich ihre Vorstellung von der traditionellen Roboterrolle verändern, und wie?

Hypothese 3: Das Stereotyp Roboter = Arbeiter ist kulturellen Ursprungs und wird von Menschen anderer Kulturen nicht so geteilt. Sie haben andere Stereotypen in Bezug auf Roboter.

Frage 3: Wie beurteilen Menschen aus anderen Kulturen (z.B. aus Japan oder Südkorea) Peppers Fähigkeitsprofil?



Peppers Fähigkeiten



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Philipps



Universität
Marburg

LET 