

HoloLens und smarte 3D-Sensorik

Hahne, U.¹; Jansson, I.²; Falk, J.²; Hampf, M.³

¹ SICK AG – GBC09, 3D Compact Systems, Waldkirch

² SICK IVP AB, Linköping

³ SICK AG – CD Research & Development, Waldkirch

Abstract

Die Integration smarter 3D Sensorik im industriellen Umfeld birgt mehrere Herausforderungen. Zum einen die Datenvisualisierung: die erfassten 3D Daten müssen dem Nutzer so visualisiert werden, dass es ihm möglich ist die reale Umgebung wieder zu erkennen. Nur dann kann die Konfiguration gelingen. Für die 3D Darstellung optimierte Werkzeuge müssen dem Nutzer bereitgestellt werden, so dass dieser den Sensor für die jeweilige Anwendung konfigurieren kann. Des Weiteren ist der Servicefall zu betrachten: es ist notwendig komplexe Anleitungen zur Wartung oder Inbetriebnahme, die die 3D Sensorik mit sich bringt, dem Nutzer so aufzubereiten, dass diese verständlich und im wahrsten Sinne fassbar sind.

Um all diese Herausforderungen zu meistern, haben wir bei SICK die Möglichkeiten der Microsoft HoloLens genauer untersucht und Lösungen erarbeitet. Diese Lösungen decken alle drei genannten Anwendungsfälle: Datenvisualisierung, Konfiguration und Service, ab.

1 Einführung

Nach der ersten industriellen Revolution durch die Erfindung der Dampfmaschine und auch der zweiten durch den Einsatz von Fließbandarbeit in der Produktion haben wir inzwischen die dritte industrielle Revolution in Form der Automatisierung durch Elektronik und IT erlebt. Insbesondere seit der Automation sind Sensoren ein entscheidender Faktor in der Industrie. Sie registrieren Zustände und ermöglichen es Veränderungen zu erkennen und auf diese zu reagieren, indem sie Befehle an angeschlossene Maschinen und Rechner senden. Man spricht heute von der vierten industriellen Revolution oder „Industrie 4.0“ und meint damit die Digitalisierung der industriellen Produktion. Im Rahmen dieser Entwicklungen bekommt die Aufgabe der Kommunikation eine noch stärkere Bedeutung. Ein wesentlicher Teil dieser Kommunikation ist die Transformation von Daten in Information. Wenn ein mensch-

licher Benutzer mit der Einrichtung oder Diagnose einer Anlage beauftragt ist, benötigt er Informationen und nicht nur Daten.

Die SICK AG hat es sich zur Aufgabe gemacht, solche Sensoren nicht nur herzustellen und zu vertreiben, sondern auch das nötige Know-How zur Einrichtung und ansprechende Benutzerschnittstellen zu liefern. Der Bereich GBC09 Business Unit 05 - 3D Compact Systems hat das strategische Ziel Innovationen im Bereich 3D-Sensortechnik zu entwickeln sowie neue Märkte und Anwendungen in der Automatisierungstechnik zu eröffnen.

Die dort entwickelten Produkte zeichnen sich durch unterschiedliche Einsatzbereiche, Robustheit in industrieller Umgebung und einen kompakten Sensoraufbau aus. Es sind schlüsselfertige Sensorlösungen mit der Option, eigene spezifische Applikationen zu integrieren.

Für viele industrielle Anlagen ist es notwendig Räume oder Bereiche dreidimensional zu erfassen. Dazu können 3D Kameras wie die Visionary-T[1] verwendet werden. Diese sind in der Lage Tausende Bildpunkte (Pixel) in einer einzigen Aufnahme zu erfassen und so ein detailliertes dreidimensionales Abstandsbild, ein 3D Snapshot, des gesamten Bildbereichs aufzunehmen.

Wenn diese 3D Kameras nicht nur reine Datenlieferanten sind, sondern die Daten auch direkt verarbeiten und in Informationen umwandeln, sprechen wir bei SICK von einem 3D Sensor. Solche 3D Sensoren kommen in zahlreichen Abläufen im Automatisierungsnetzwerk zum Einsatz – sowohl in der Fabrik- als auch in der Logistikautomation ([2]). Überall dort, wo Detektion im räumlichen Kontext zur Qualitätskontrolle, Prozessoptimierung und funktionalen Sicherheit beitragen kann, stellen 3D Sensoren eine effektive Lösung dar.

2 Problembeschreibung

3D Sensoren generieren Daten in Form einer Punktwolke. Um diese Daten in für Menschen begreifbare Information zu verwandeln, müssen die Punktwolken visualisiert werden. Erst dann ist es möglich eine Konfiguration oder Diagnose der Anlage durchzuführen. Diese wird aktuell in der Regel auf herkömmlichen PCs oder Laptops ausgeführt, die mit Display, Tastatur und Maus ausgestattet sind. Dazu wird die Punktwolke auf dem Display visualisiert.

Aufgrund der Zweidimensionalität des Displays kann solch eine Visualisierung immer nur einen eingeschränkten, sich auf eine einzige Perspektive beziehenden räumlichen Eindruck vermitteln. Es muss eine Softwarefunktion zur Verfügung gestellt werden, mit deren Hilfe die Perspektive geändert werden kann. Solche Funktionen sind aus dem Bereich der CAD Software oder auch 3D Computerspielen bekannt, doch muss deren Verwendung vom Anwender erst gelernt werden.

Allerdings reicht es nicht aus die Perspektive ändern zu können, der Anwender muss in der Lage sein, die aufgenommene Szene in der Visualisierung wieder zu erkennen. Nur dann ist er in der Lage den Bezug zur Applikation herzustellen und diese erfolgreich einzurichten. Unpräzise Messdaten und starke Abhängigkeit von Reflektionseigenschaften der Umgebung im Infrarotbereich erschweren diese Wiedererkennung unter Umständen. Die Visualisierung von 3D Szenen ist wohl erforscht und es gibt zahlreiche Methoden die eine sehr immersive Abbildung der Szene ermöglichen. Es bleibt jedoch schwierig, einen mentalen Abgleich von dieser 2D Abbildung zurück in die echte 3D Umgebung zu machen. Bei der perspektivischen Darstellung geht immer Information verloren, die nicht zurückzuholen ist.

Für den manuellen Vorgang der Konfiguration und Diagnose stehen in der Regel auch nur herkömmliche Eingabegeräte wie Maus und Tastatur zur Verfügung. Das bedeutet, dass in der Regel nur 2D Ein- und Ausgabegeräte zur Verfügung stehen um den 3D Sensor für die Applikation konfigurieren. Allerdings muss für die Applikation in der Regel auch ein 3D Arbeitsbereich definiert werden. Dies führt dazu, dass Einrichtungsschritte in aufwändiger Weise aufbereitet und implementiert werden müssen. Hinzu kommt in vielen Fällen dazu, dass der Kunde geschult werden muss. Dadurch steigen die Kosten sowohl auf Seiten von SICK in der Entwicklung als auch beim Kunden durch den großen Integrationsaufwand.

Um diesem Problem bei immer komplexer und leistungsfähiger werdenden 3D Sensoren Herr zu werden, untersuchen wir, wie die Einrichtung mit Hilfe von 3D Ein- und Ausgabegeräten vereinfacht werden kann. Für erste Untersuchungen fiel die Wahl auf die Microsoft HoloLens, da sie sowohl die 3D Visualisierung durch ihr holographisches Display, als auch die 3D Eingabe durch Gesten ermöglicht.

Nachdem zunächst die Herausforderungen und Probleme bei der Einrichtung von 3D Sensoren erläutert wurden (siehe Kapitel 2) wird in Kapitel 3 beschrieben warum die HoloLens ein geeignetes Mittel ist, während in Kapitel 4 Beispielanwendungen dargestellt werden. Der Beitrag schließt mit einem Fazit in Kapitel 5.

3 HoloLens als Lösung

Verschiedene Mixed-Reality-Technologien bieten ein breites Spektrum an Möglichkeiten Messdaten auch dreidimensional zu visualisieren. Einen entscheidenden Fortschritt in diesem Bereich markierte zuletzt der Markteintritt der ersten Version der Microsoft HoloLens. Neben der reinen Visualisierung im Raum erlaubt es die HoloLens auch mit der Umgebung zu interagieren. Die Umgebung wird erfasst und erlaubt daher eine Interaktion zwischen virtuellen und echten Objekten, die bis daher noch nicht möglich war.

Unsere Grundidee ist die folgende: anstatt die 3D Informationen in 2D abzubilden, bleibt man im dreidimensionalen und nutzt die HoloLens als alleiniges Ein- und

Ausgabegerät zur Einrichtung. Diese erlaubt nicht nur die dreidimensionale Darstellung, sondern auch noch eine Interaktion im 3D mit Hilfe von Blick- und Gestensteuerung.

Es ist wie erwähnt nicht nur die Visualisierung von Messdaten von Interesse, sondern auch die Interaktion mit der 3D Kamera zur Konfiguration und Diagnose. Die HoloLens ermöglicht die virtuelle Einblendung sowohl des Erfassungsbereichs mitsamt aktuell erfasster Daten als Punktwolke, als auch des zu konfigurierenden Arbeitsbereichs an der realen Position der selbigen. Ein derartiges visuelles Feedback gibt dem Einrichter anschaulich Rückmeldung über seine Konfiguration. Darüber hinaus kann er sich in der Anlage physisch bewegen und sie aus verschiedenen Perspektiven betrachten, während die virtuellen Informationen im Raum an der gleichen Position erhalten bleiben. Mögliche Störobjekte im realen Raum bleiben so stets im Blick und der mentale Abgleich von Messdaten und realer Szene ist direkt gegeben. Dies vereinfacht die Konfiguration und verhindert Fehler.

Des Weiteren sind Mixed Reality Visualisierungen im Kontext von Automatisierungsanlagen nicht nur für Sensoren gewinnbringend, auch für andere Geräte wie Aktoren, Regler, Steuerungseinheiten usw. können immersive Visualisierungen von Vorteil sein.

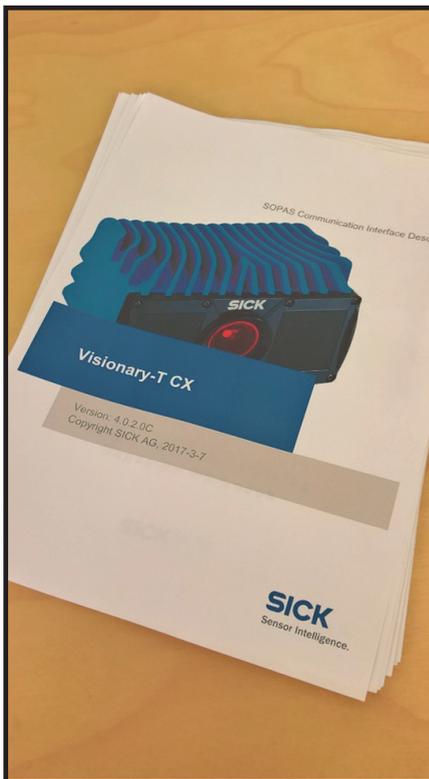
Es gibt noch ein weiteres Argument für die HoloLens. Für die Visualisierung aktueller Geräteparameter (u.a. Messwerte, Konfigurationsparameter) ist es notwendig mit dem 3D Sensor zu kommunizieren, sowie ihn zu lokalisieren und zu identifizieren. Die Kommunikation hat den Zweck die Daten zwischen 3D Sensor und HoloLens auszutauschen. Hier ist es von Vorteil, dass sowohl die HoloLens als auch der 3D Sensor eine eigenständige Recheneinheit besitzt und somit keine weitere externe Hardware notwendig ist. Die Lokalisierung ist erforderlich, um die Messdaten in Form der Punktwolke an der richtigen Position und in korrekter Orientierung in der echten Welt zu visualisieren. In Automatisierungsanlagen wird häufig eine Vielzahl unterschiedlicher Sensoren verwendet und miteinander vernetzt. Um Kommunikationsdaten einem von mehreren lokalisierten Geräten zuordnen zu können, muss jede Lokalisierung mit einer eindeutigen Identifikation einhergehen. Hier können die in der HoloLens eingebauten Sensoren und Kameras verwendet werden um Geräte wie zum Beispiel unser 3D Sensor, in der echten Welt zu erkennen und sich mit ihnen zu verbinden.

Aufgrund dieser Argumente haben wir uns bei SICK dazu entschieden, die Möglichkeiten der HoloLens genauer zu evaluieren. Im Folgenden werden einige Beispielapplikationen genauer erläutert.

4 Anwendungsbeispiele

Die Verwendung der HoloLens beginnt schon vor der ersten Inbetriebnahme. Anstatt eines herkömmlichen Handbuchs auf Papier oder als PDF auf einem Datenträger stellt der Hersteller eine HoloLens App zur Verfügung (siehe Bild 1). Diese erlaubt dem Benutzer eine schnelleres Kennenlernen des Geräts, da auch hier der Abgleich zwischen 2D Visualisierung (im Handbuch) und echter Welt keine mentale Herausforderung bedeutet.

Herkömmliches Handbuch:



HoloLens:

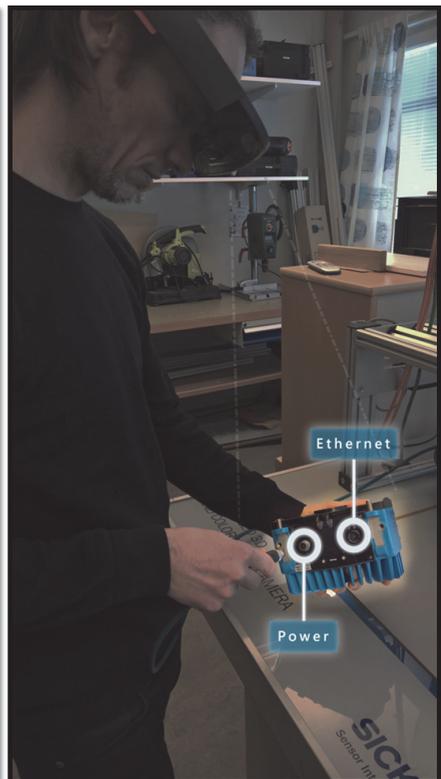


Bild 1: Virtuelles Handbuch

Als erster Schritt in der Inbetriebnahme muss der Sensor lokalisiert werden. Dazu wurde eine erste prototypische App entwickelt, die eine manuelle Anpassung von Position und Orientierung des Sensors mittels Gestensteuerung ermöglicht. In **Bild 2** ist ein solcher Vorgang illustriert. Initial wird der Sensor an eine feste Position

direkt vor dem Anwender positioniert. Dieser kann nun mit einer Greifgeste quasi in die Hand genommen werden und an der gleichen Position, wie der echte 3D Sensor abgesetzt werden. Nicht illustriert ist die Anpassung der Orientierung die auch mittels Greifgesten umgesetzt wurde.

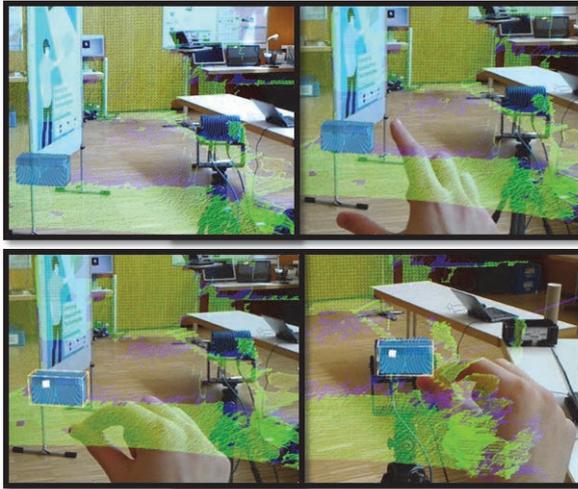
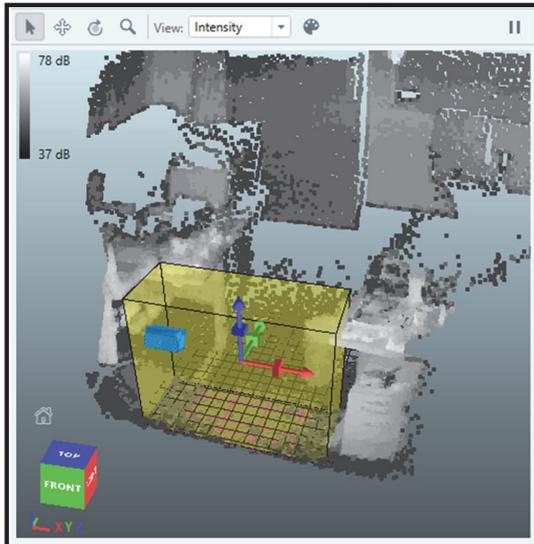


Bild 2: Manuelle Lokalisierung

Im weiteren Verlauf der Inbetriebnahme können nun Visualisierungen zur Konfiguration des 3D Sensors mit der realen Szene überlagert werden. Ein typischer Arbeitsschritt ist hierbei die Definition eines 3D Arbeitsbereichs innerhalb des Sichtbereichs des 3D Sensors (siehe Bild 3).

Herkömmliche Visualisierung



HoloLens:



Bild 3: Einrichten von Arbeitsumgebungen

Der Benutzer kann direkt den virtuellen Arbeitsbereich an die Applikation anpassen. Dazu kann der Arbeitsbereich mit Hilfe von Gesten in seinen Ausmaßen angepasst werden. Durch das Arbeiten in der realen Szene ist kein Ausmessen oder Abschätzen erforderlich.

Im Rahmen der Untersuchungen haben wir eine App für die HoloLens geschrieben, die eine solche Anpassung des Arbeitsbereichs erlaubt (siehe **Bild 4**). Der Arbeitsbereich wird dem Nutzer als Gitterbox mit roten Würfeln an den Ecken visualisiert. Mit Hilfe der Greifgeste können die Würfel ausgewählt und bewegt werden. Zusätzlich kann auch der gesamte Bereich gegriffen und dann im 3D Raum als Ganzes verschoben werden.

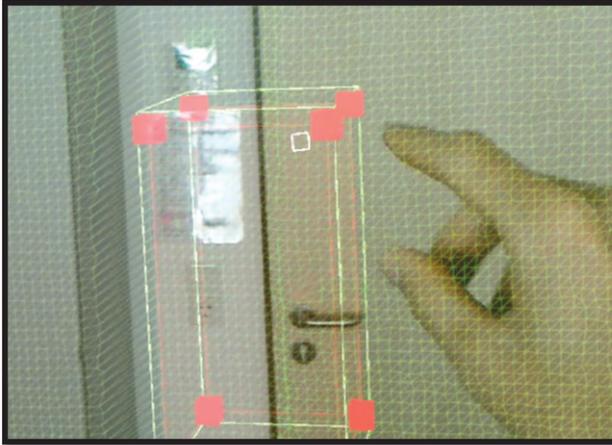


Bild 4: Gestenbasierte Anpassung des Arbeitsbereichs

Der 3D Sensor ist während der Konfiguration die ganze Zeit aktiv. Der Benutzer sieht also auch genau das, was der Sensor sieht und bekommt auch direkt eine Rückmeldung, zu welchem Ergebnis die Konfiguration führt.

Bild 5 zeigt exemplarisch einen Vorgang bei dem die Applikation eine Tür überwachen soll. Der Arbeitsbereich wird auf den Schwenkbereich des Türblatts gesetzt und sobald dieser Bereich betreten wird, erkennt dies der Sensor. Diese Erkennung wird durch eine blaue Einfärbung der Würfel dargestellt. Der Benutzer bekommt also ein direktes Feedback während des Einrichtevorgangs.

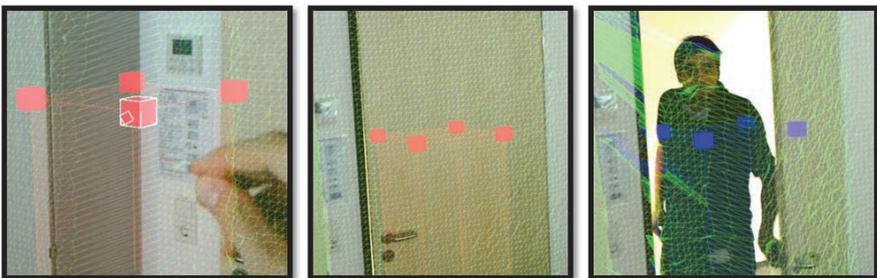


Bild 5: Detektion im Arbeitsbereich

5 Fazit

Die HoloLens App wurde zahlreichen Entwicklern und Produktionsverantwortlichen auf verschiedenen, internen Veranstaltungen demonstriert. Alle Benutzer zeigten

sich beeindruckt von der HoloLens und ihrem holografischen Display. Auch unsere Grundidee auf den Umweg über eine 2D Ein- und Ausgabe zu verzichten, wirkte auf den Benutzern überzeugend und stieß auf große Zustimmung. Insgesamt haben die ersten Versuche mit der HoloLens einen sehr positiven Eindruck hinterlassen. Wir konnten in ersten Arbeiten die Machbarkeit eines Einsatzes der HoloLens in allen drei Zielszenarien (Datenvisualisierung, Konfiguration und Service) demonstrieren. Dies hat ein großes Interesse an weiteren Projekten mit der HoloLens und allgemein bei der Verwendung von Mixed-Reality-Umgebungen geweckt.

Allerdings hat die Verwendung im Labor und auf den genannten Veranstaltungen auch gezeigt, dass das Tragen der HoloLens über einen längeren Zeitraum nicht ergonomisch ist. Das hohe Gewicht der HoloLens und die notwendige Fixierung am Kopf sind eigentlich allen Personen, die es ausprobiert haben, unangenehm aufgefallen. Da die HoloLens im Rahmen der Demonstrationen immer von einer Person zur anderen gereicht wurde, war nie die Zeit, die HoloLens sehr genau an den jeweiligen Träger anzupassen oder zu kalibrieren. Solch ein Vorgang wäre in der Praxis sicherlich denkbar und würde den Komfort bei der Verwendung zu einem gewissen Maß erhöhen.

Unser Ziel muss es aber sein, dass es in allen drei Zielszenarien möglich ist, die notwendige Arbeitszeit zur Vollendung der Aufgabe zu reduzieren. Da dies genau die Grundidee unseres Ansatzes ist, sind wir zuversichtlich in der nahen Zukunft eine solche Lösung auch Kunden anbieten zu können.

Literaturangaben

- [1] SICK AG, *Produktinformation Visionary-T*, Artikelnummer: 8018964, Veröffentlichung: 10.01.2017
- [2] Dudczig, M.; Schumann, M.; Klimant, Ph.; Lorenz, M.: *Wie sieht die Intralogistik der Zukunft aus? ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*: Vol. 111, No. 7-8, pp. 449-452, 2016