

1 Montage mit angelegten Sensorhandschuhen und Durchführung des Lernvorganges durch den Arbeitsstudienmann.

SENSORGESTÜTZTE ANALYSE VON MANUELLEN ARBEITSPLÄTZEN

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h.
Dr. h. c. mult. Michael Schenk

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Ansprechpartner
Mess- und Prüftechnik

Dipl.-Ing. Ralf Warnemünde
Telefon +49 391 4090-225
ralf.warnemuende@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Voitag
Telefon +49 391 4090 231
martin.voitag@iff.fraunhofer.de

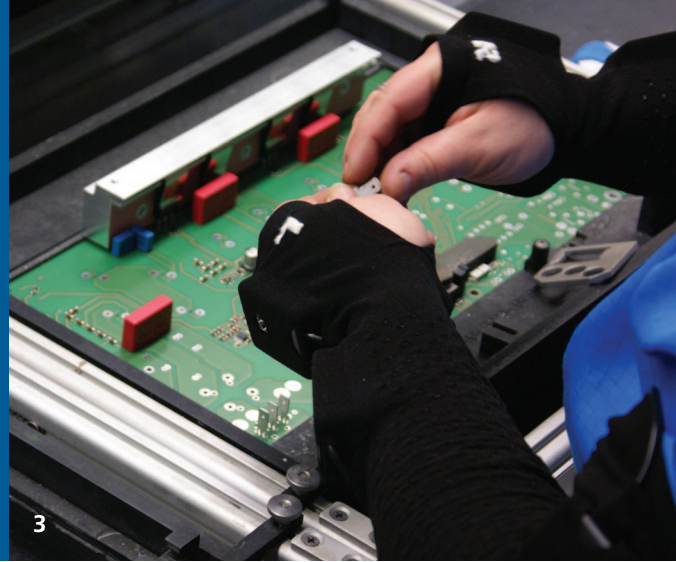
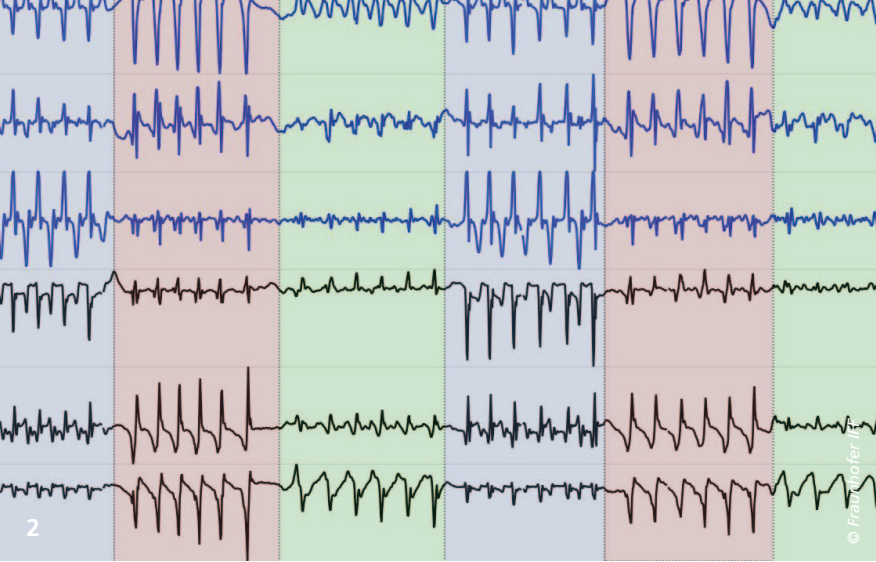
www.iff.fraunhofer.de/mpt

Aufwendige Beurteilung und Gestaltung von Arbeitssystemen

Ein Schwerpunkt bei der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen ist die kontinuierliche Verbesserung von Prozessen und Abläufen an manuellen Arbeitsplätzen. Eine wachsende Variantenvielfalt der Produkte und damit verbundene kleine Losgrößen führen in der Fertigung zu hohen Herausforderungen. Erschwerend hinzu kommt das Problem älter werdender Belegschaften. Auch hierbei sind Unternehmen gefordert, die Arbeitsprozesse altersgerecht und gesundheitserhaltend zu gestalten sowie die Arbeitspersonen gezielt zu unterstützen. Großes Potenzial liegt oftmals in der Analyse von Arbeitsprozessen und in der Umgestaltung bestehender Arbeitssysteme. In Arbeitsplatzstudien wird die Fachkraft bei der Ausführung ihrer meist manuellen Aufgaben von speziell geschulten Personen beobachtet und hinsichtlich

Effizienz und Ergonomie beurteilt. Diese Informationen werden häufig auf Grundlage von vorhandenen Referenzdatentabellen händisch ermittelt. Herkömmlicherweise wird der Montage- oder Fertigungsprozess vorab im Rahmen einer Arbeitsstudie in Handlungsabschnitte mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad unterteilt (Bild 1). Elektronische Hilfsmittel vereinfachen zwar die Arbeit der Datenauswertung, lösen aber nicht das Problem der subjektiven und aufwändigen Erfassung. Insbesondere bei kurzen und variantenreichen Tätigkeiten kommt es zu Abweichungen gegenüber dem realen Arbeitsprozess, welche zudem eine mühsame Aufgabe für die Studienperson darstellt.

Da diese Arbeitsanalysen gerade für klein- und mittelständische Unternehmen einen erheblichen Aufwand bedeuten, hat es sich das Fraunhofer IFF zur Aufgabe gemacht, die bisherige Vorgehensweise zu automatisieren. Durch den Einsatz von Sensoren



in Kombination mit intelligenten Evaluationstechniken können Arbeitsstudien objektiviert und zudem an verschiedenen Arbeitsplätzen zeitgleich durchgeführt werden.

Automatisierung durch moderne Sensortechnik

Der Grundgedanke besteht darin, die Handbewegungen der Arbeitsperson, z. B. während eines Montageprozesses sensorisch zu erfassen. Für diese Aufgabe kommen zwei miniaturisierte Inertialsensoren zum Einsatz, die in die Arbeitshandschuhe des Werkers integriert sind. Die Sensoren messen Beschleunigungen und Drehraten, die sich aus den Handbewegungen ergeben. Diese Art der Bewegungserfassung kommt ohne Referenzpunkte oder komplizierte Aufbauten aus, wie sie für optische Tracking-Systeme notwendig sind. Das macht die Methode für den Industrieinsatz besonders geeignet. Durch die kontinuierliche Datenaufzeichnung der Inertialsensoren entstehen multivariante Zeitreihen, die den Ausgangspunkt für eine automatisierte Arbeitsstudie bilden (Bild 2). Hierbei wird ein maschinelles Lernverfahren genutzt, um aufgezeichnete Handlungen bzw. die zugehörigen Sensorsignalverläufe einem bekannten Handlungsabschnitt zuzuordnen.

Das System in der Anwendung

Eine automatisierte Arbeitsstudie läuft in zwei Phasen ab. In der ersten Phase, der Einlernphase, wird dem System die Ausführungsweise und Reihenfolge der Handlungsabschnitte übermittelt. Dabei führt der Werker mit angelegtem Sensorhandschuh seine gewohnten Tätigkeiten am Arbeitsplatz aus, während die Sensoren Daten aufzeichnen. Parallel dazu hat die Fachkraft für Arbeitsstudien die Aufgabe, die Messpunkte der Handlungsabschnitte, z. B. an einem Tablet-PC, zu setzen. Mit Hilfe dieser Triggerpunkte können den relevanten Abschnitten der Tätigkeit dann Referenzsignale zugeordnet werden (Bild 2). Diese Lerndaten werden benötigt, um ein Modell der Körperbewegungen zu generieren.

In der zweiten Phase, der Erkennungsphase, wird die Studienperson für das Erfassen von Messpunkten nicht mehr benötigt. Das System ist in dieser Phase selbstständig in der Lage, die Bewegungsdaten des Werkers zu den bereits aus der Einlernphase bekannten Handlungsabschnitten zuzuordnen. Unplanmäßige Tätigkeiten, die während der Einlernphase nicht trainiert wurden, werden herausgefiltert.

Praktischer Nutzen und geplante Erweiterungen

Der Praxistest hat bestätigt, dass die Technologie geeignet ist, Arbeitsstudien automatisiert durchzuführen (Bild 3). Ent-

scheidend ist dabei die Tatsache, dass der Werker bei seiner Arbeit nicht eingeschränkt wird und das System verifizierte und reproduzierbare Resultate liefert. Das entwickelte Sensorsystem stellt die Grundlage für eine optimale Gestaltung von Arbeitsplätzen und eine korrekte Ausführung von Arbeitsprozessen dar. Weitere Forschungen zielen auf die Erfassung von Tätigkeiten des Hand-Finger-Systems ab. Dazu werden auch die Fingergelenke mit Inertialsensoren ausgestattet.

Das System kann ebenso für die Untersuchung ergonomischer Aspekte, wie z. B. Fehlhaltungen des Körpers und ungünstigen Greifwinkel eingesetzt werden. Hier stellt es nicht nur ein Hilfsmittel zur Erfassung solcher belastenden Tätigkeiten dar, sondern kann auch in Form eines Assistenzsystems unterstützen, indem der aktueller Belastungszustand angezeigt wird. Darüber hinaus konzipiert das Fraunhofer IFF Inertialsensorkonfigurationen für den gesamten Körper einer arbeitenden Person, um an Montagearbeitsplätzen mit erweitertem Aktionsradius oder bei Kommissionieraufgaben Analysen und ganzheitliche Ergonomiestudien durchführen zu können.

2 Darstellung ausgewählter Inertialsensordaten und Markierung zyklischer Handlungen (blau, rot, grün).

3 Sensorsystem im Einsatz am manuellen Montagearbeitsplatz. Foto: Lintje GbR