

## Force Touch – haptische PCAP-Weiterentwicklung für besondere Anforderungen

Die Haptik, also die Wahrnehmung von Berührung und Druck, spielt eine immer wichtigere Rolle in unserer Interaktion mit digitalen Geräten und Bedienelementen. In den letzten Jahren hat sich insbesondere Force Touch zu einer bedeutenden Innovation in diesem Bereich entwickelt.



Die Force Touch ermöglicht die Interaktion zwischen Mensch und Maschine per Druckausübung auf das Display © shutterstock\_82746181

Force Touch ermöglicht es Benutzern, nicht nur via einfacher Displayberührung mit einem Gerät zu interagieren, sondern über die Stärke des Drucks, der auf eine Oberfläche ausgeübt wird, zusätzliche Befehle einzugeben. Wenn dabei taktiler Feedback erzeugt wird, spürt der Benutzer den Grad des ausgeübten Drucks und kann so gezielter steuern. Diese Technologie hat das Potenzial, die Art und Weise, wie wir mit Geräten interagieren, grundlegend zu verändern.

Die Fähigkeit, die Intensität der Berührung zu erkennen, eröffnet eine Fülle von Möglichkeiten für die Gestaltung intuitiver Benutzeroberflächen und die Schaffung realistischerer, haptischer Erfahrungen. Ursprünglich von dem Tech-Giganten Apple eingeführt, haben auch andere Hersteller ähnliche Technologien bereits in verschiedenen Produkten implementiert –

von Smartphones und Tablets bis hin zu Wearables und industriellen Anwendungen. Es ist jedoch noch viel Raum für Innovation und Fortschritt vorhanden, insbesondere bei der Integration der Force Touch-Sensoren in Mensch-Maschine-Interfaces (MMIs).

### Die Grundlage der Touch-Sensoren

Die Projected Capacitive (PCAP) Touchtechnologie hat die Bedienbarkeit von Mensch-Maschine-Interfaces (MMI) nachhaltig revolutioniert und bietet weiterhin Raum für kreative Innovationen. Mittlerweile ist es nahezu selbstverständlich, gewünschte Aktionen direkt auf dem Display durch das Drücken, Drehen oder Schieben reibungslos zu erzielen. Klassische Regler, Taster und Schalter sind rückläufig und werden meist nur noch in Geräten mit I/O-Bedienbarkeit verwendet. Wer allerdings ein repräsentatives Produkt und darüber hinaus auch eine Abgrenzung zum Wettbewerb benötigt, entwickelt moderne MMI mit integrierter Touchtechnologie und setzt das Augenmerk auf Design und möglichst intuitive Bedienbarkeit mittels maximal verständlicher GUI (Graphical User Interface).

### PCAP-Touch-Sensor

Ein „projected capacitive“ (PCAP) Touch-Sensor verfügt über ein transparentes, leitfähiges Material (z. B. Indium Tin Oxide, kurz ITO), welches auf einer oder beiden Seiten des Trägermaterials (beispielsweise Glas oder PET-Folien) aufgebracht ist. Die ITO-Elektroden sind meist rautenförmig angelegt und bilden eine Matrixstruktur. Wird Spannung angelegt, entsteht zwischen beiden Elektroden ein kapazitives Feld, welches sich bei Eintritt eines leitfähigen Gegenstandes, wie beispielsweise einem Finger, verändert und so ein Touch-Event auslöst. Der Berührungspunkt bzw. die Position der Veränderung im kapazitiven Feld wird durch den verwendeten Touch-Controller erkannt und ausgewertet. Mit einem PCAP-Touch-Sensor ist eine direkte und zuverlässige Touch-Bedienung sogar mit Handschuhen nahezu jeglichen Materials möglich (Multi-Touch bis zu 6 mm dickem Coverglas, Single-Touch bis zu 10 mm dickem Coverglas). Allerdings können bestimmte Störungen, wie z. B. Wasser auf dem Bildschirm, unbeabsichtigte Eingaben auf einem Touch-Sensor, die sog. „Ghost Touches“, auslösen. Um diese zu eliminieren, bedarf es sorgfältiger Kalibrierung des PCAP-Touch-Controllers auf den jeweils spezifischen Einsatzbereich des Touch-Sensors.

Da stete Weiterentwicklung in der Natur des Menschen liegt, wird auch im Bereich der Touchbedienbarkeit von MMIs weiter nach Möglichkeiten der Perfektionierung und Individualisierung gesucht.

### Touchbedienung mit haptischem Feedback

Die Integration von „haptischem Feedback“ in die Touchbedienung eröffnet in vielfältigen Anwendungen bedeutende Vorteile. Dieses Feature wird heutzutage oft auf kundenspezifischer Basis eingebunden, was eine hohe Flexibilität für individu-

elle Gestaltungsmöglichkeiten und maßgeschneiderte Anpassungen bietet. Dabei können nicht nur die virtuellen Eingabeelemente (z. B. Slider, Joysticks usw.), sondern auch Bedienungsarten, Materialien und Komponenten präzise ausgewählt werden. Durch die smarte Kombination von Berührungserkennung und Kraftmessung wird zudem die „Head-Down-Zeit“ deutlich verkürzt – ein besonders wichtiger Faktor in Situationen, in denen der Nutzer visuell gebunden ist, wie beispielsweise bei medizinischen Eingriffen oder in intensiven Überwachungsszenarien.

### Schlüsselemente

Drei Schlüsselemente, die Einfluss auf die subjektive Qualität eines haptischen Feedbacksystems haben und gemessen werden können sind:

- Beschleunigung [ $m/s^2$ ]: die Geschwindigkeitsänderungsrate, mit der sich das Gerät im Verhältnis zum Finger bewegt
- Verschiebung [ $\mu m$ ]: die Positionsänderung des Geräts im Verhältnis zum Finger
- Lärm: mechanische Bewegung des Geräts erzeugt akustischen Lärm.

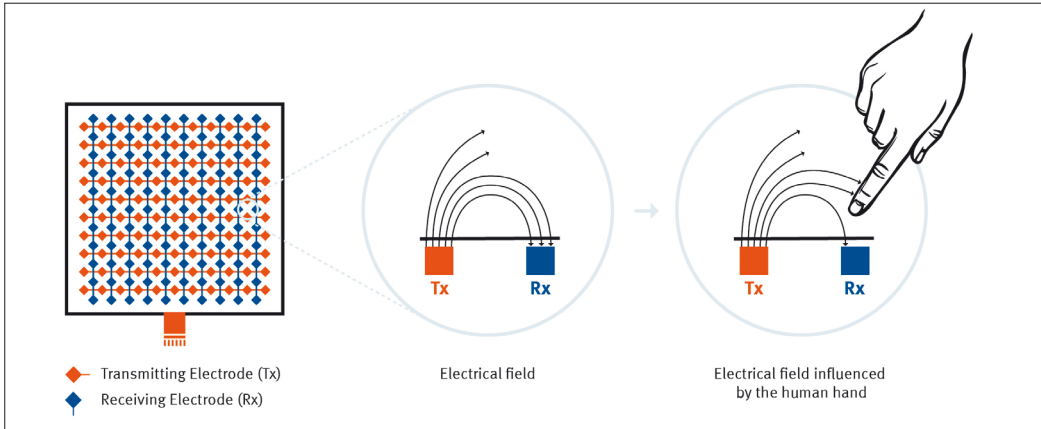
### Haptik Variante: Force Touch

Force Touch bezeichnet die Erweiterung des PCAP-Touches (in den Achsen X/Y) um eine zusätzliche Dimension (Z) – die Erfassung der aufgetragenen Kraft (Force) als zusätzliche Koordinate für berührungsbasierte Interaktionen. Bei einer Toucheingabe auf dem Display erhält der Nutzer nicht nur visuelles Feedback, sondern auch eine spürbare und taktile haptische Rückmeldung.

Mittels Force Touch können Nutzer durch unterschiedlich starkes Drücken verschiedene Arten von Eingaben auslösen. Data Modul

Autor:

Dr. Denan Konjhdzic  
Product Management Industrial  
Division  
Data Modul AG  
info@data-modul.com  
www.data-modul.com



**Auf Basis der PCAP-Technologie kann eine gewünschte Aktion direkt auf dem Display durch Drücken, Drehen oder Schieben reibungslos erzielt werden – ein Nebeneffekt können jedoch auch sogenannte „Ghost Touches“ sein**

arbeitet an verschiedenen Ansätzen für die Umsetzung dieser Technologie:

- **Force Touch mittels zusätzlicher Folienschicht im PCAP-Sensor:** Der elektrostatische Aktuator besteht aus zwei leitenden Platten, die durch Federn auseinandergehalten werden. Das Anlegen einer Hochspannung führt zur Kontraktion des Aktuators. Nach Wegnahme der Spannung werden beide Lagen durch Federn wieder auseinandergedrückt.
- **Force Touch durch Piezo-Elemente:** Diese Methode bietet den Vorteil, dass die haptische Rückmeldung bereits in die Technologie integriert ist, da durch das Anlegen einer elektrischen Spannung das Piezo-Element prompt mechanisch bewegt wird. Diese zusätzliche taktile Erfahrung trägt zur Bediensicherheit bei, insbesondere wenn der Anwender nicht uneingeschränkt aufmerksam sein kann. Zudem eröffnet sie die Möglichkeit der Toucheingabe für sehgeschädigte oder blinde Personen.
- **Force Touch durch einen erweiterten mechanischen Aufbau zur direkten Kraftmessung (in der Z-Achse):** Ein zusätzlicher mechanischer Aufbau ermöglicht die präzise Erfassung der aufgetragenen Kraft.

Die Kombination beider Technologien bietet zahlreiche Vorteile, wie beispielsweise die Verifikation von beabsichtigten oder unbeabsichtigten Toucheingaben sowie die Einführung neuer GUI-Funktionen.

## Wie wird der Impuls konkret erzeugt?

Die einwirkende Kraft, gemessen in Newton (N), wird vom System erfasst und ausgewertet. Sobald der vorgegebene Schwellenwert (z) erreicht wird, erfolgt die Meldung, dass ein Touchevent ausgelöst wurde. Die Positionsbestimmung (x/y) kann sowohl über die ursprüngliche PCAP-Technologie als auch ausschließlich über die Force-Touch-Technologie erfolgen, sofern letztere in der Lage ist, sowohl die Position (x/y) als auch den Druckpunkt (z) zu lokalisieren. Die Force-Touch-Technologien ermöglichen eine zusätzliche Dimension der Steuerung und Interaktion durch die Erfassung der Druckstärke der Berührung. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit einer differenzierten Bedienung, beispielsweise durch die Anwendung variabler Druckstufen oder die gezielte Aktivierung spezifischer Funktionen basierend auf der Intensität des Drucks. Force-Touch-Funktionen ermöglichen eine präzisere Steuerung von MMIs was besonders bei feinen Einstellungen oder der Manipulation von Bildern und Grafiken von Vorteil ist. Die Integration von Force Touch kann die Benutzererfahrung entscheidend verbessern, indem sie nicht nur taktiles Feedback bietet, sondern auch ein authentisches haptisches Erlebnis ermöglicht. Dies führt zu einer optimalen Kontrolle und erhöht die Sicherheit bei der Bedienung. Die Einbindung von Force Touch in industrielle Touchscreens eröffnet innovative Gestaltungs- und GUI-Möglichkeiten, um die Benutzerinteraktion zu optimieren, die Funktionalität zu erweitern

und die Gesamtleistung der Geräte auf eine neue Ebene zu heben.

## Was ist die Besonderheit?

Die herausragende Eigenschaft liegt darin, dass die dritte Koordinate (Force) eine zusätzliche Dimension für die Auswertung des Touch-Inputs bereitstellt. Dies eröffnet die Möglichkeit zur Schaffung einer Redundanz, die eine zusätzliche Sicherheit gewährleistet. Ein bedeutendes Beispiel ist die potenzielle Auslösung eines Touchevents nur dann, wenn sowohl PCAP als auch Force Touch dasselbe Ereignis melden. In sicherheitskritischen Systemen wie Zugsteuerungen schafft die Kombination dieser beiden Ansätze eine unabhängige Redundanz.

## Höhere Bediensicherheit

Die Bediensicherheit wird gesteigert, da durch die Einbeziehung der dritten Dimension falsche Auslösungen aufgrund von Wasser, elektromagnetischer Störungen (EMV), unbeabsichtigter Berührung, unangepassten Touch-Settings (wie etwa Auslösung bei minimaler Berührung der Oberfläche) oder unerwünschten „Ghost Touches“ vermieden werden. Die zusätzliche Auswertung der Kraftdimension ermöglicht eine präzisere Filterung solcher Störeinflüsse.

## Besserer Bedienkomfort

Der Bedienkomfort wird optimiert, indem Nutzer ihre Hand bequem auf dem Bildschirm ablegen können, ohne dabei unbeabsichtigt Touchereignisse auszulösen. Ein Touchevent wird beispielsweise erst durch die Anwendung einer adäquaten Kraft ausgelöst, was die Interaktion ziel-

gerichteter macht. Darüber hinaus eröffnen sich neue Möglichkeiten für Touchevents, die unter Wasser oder in Umgebungen stattfinden, in denen die physikalischen Grenzen der PCAP-Technologie erreicht werden.

## Besondere Herausforderungen

Die Nutzer des Geräts müssen im Vorfeld über die eingebetteten Bedienmöglichkeiten informiert sein. Darüber hinaus spielt die Entwicklung klar verständlicher grafischer Benutzeroberflächen (GUIs) eine entscheidende Rolle. Es ist von wesentlicher Bedeutung, diese Variante der Touchtechnologie in spezifischen Anwendungssegmenten so zu etablieren, dass ihre Anwendung weithin bekannt wird. Andernfalls könnte es beim Anwender zu Verwirrung führen, wenn gewünschte Aktionen nicht ausgelöst werden – ähnlich wie es bei der Gestensteuerung der Fall ist. Die erfolgreiche Integration von Force Touch in einen PCAP-Sensor ohne zusätzlichen mechanischen Ansatz würde einen bedeutsamen Meilenstein in der Evolution des PCAP-Sensors darstellen.

## Anwendungsbeispiele

- Sicherheitsrelevante Applikationen wie z. B. MMIs für Zugsteuerungen, Maschinensteuerungen
- Consumer Produkte wie z. B. Smart Watches/Handys/Laptops/Tablets
- Industrial Handhelds (Einsatz Outdoor)
- MMIs im Automotive-, Militär- und Medizinbereich
- Ersatz von mechanischen Tastern ◀



**Data Modul hat in Zusammenarbeit mit Next System und Candera CGI Studio eine Demo-Einheit entwickelt, die erstmalig die Möglichkeiten von Haptik-Feedback im industriellen Einsatz vorstellt**