

Kapazitive Touchscreens

Kapazitive Touchscreens sind eine der am häufigsten verwendeten Technologien für Touchscreen-Displays und bieten eine präzise und langlebige Benutzererfahrung. Hier ist eine detaillierte, aber zusammengefasste Erklärung zu kapazitiven Touchscreens:

Funktionsweise:

1. Prinzip der Kapazität:

Kapazitive Touchscreens basieren auf dem Prinzip der elektrischen Kapazität, die beschreibt, wie zwei elektrisch leitende Objekte (wie der menschliche Finger und die leitfähige Schicht des Touchscreens) ein elektrisches Feld erzeugen können. Ein kapazitiver Bildschirm ist mit einer transparenten leitfähigen Schicht (meistens aus Indiumzinnoxid oder ITO) bedeckt, die auf Glas aufgebracht wird.

2. Schichten im Bildschirm:

Ein kapazitiver Touchscreen besteht aus mehreren Schichten:

- **Leitfähige Schicht:** Eine dünne Schicht aus einem leitfähigen Material, das über das gesamte Display verteilt ist. Diese Schicht ist normalerweise aus Indiumzinnoxid (ITO), einem transparenten Material, das sowohl elektrisch leitfähig als auch lichtdurchlässig ist.
- **Die Schutzschicht:** Eine Glasschicht schützt die leitfähige Schicht vor physikalischen Schäden und bietet eine glatte Oberfläche für die Interaktion.
- **Sensoren:** Sensoren sind an den Rändern des Bildschirms angeordnet, um Veränderungen in der Kapazität zu messen.

3. Erfassung der Berührung:

Wenn ein Benutzer den Bildschirm berührt, verändert sich die Kapazität an dem Punkt, an dem der Finger den Bildschirm berührt. Diese Veränderung wird durch das elektrische Feld verursacht, das durch den leitfähigen Finger in das Kapazitätsnetz des Bildschirms eingeführt wird.

4. Wie funktioniert die Messung der Kapazität?

- **Selbstkapazitive Technologie:** Hier misst der Bildschirm die Veränderung der Kapazität an jedem einzelnen Punkt des Displays. Bei dieser Technik hat jeder Punkt auf dem Bildschirm einen eigenen Sensor. Wenn der Finger den Bildschirm berührt, ändert sich die Kapazität an diesem Punkt, und der Sensor erfasst diese Änderung. Diese Technologie ist oft in Geräten mit Einzeltouch-Displays zu finden.
- **Mutual Capacitive Technologie:** Bei dieser Methode gibt es ein Netz von horizontalen und vertikalen Leiterschichten unter der Oberfläche des Displays, die sich überlappen. Wenn der Finger den Bildschirm berührt, verändert sich die Kapazität in den überlappenden Bereichen zwischen den Leiterschichten. Durch die Messung der Veränderungen an den Schnittpunkten der Schichten kann der genaue Berührungspunkt erkannt werden. Diese Technologie ermöglicht Multitouch-Displays und ist bei modernen Smartphones und Tablets weit verbreitet.

5. Fehlertoleranz und Erkennung:

- Die Sensoren messen die Veränderung in der Kapazität an jedem einzelnen Punkt und bestimmen so den Ort der Berührung auf dem Display.
- **Mehrere Touchpoints:** Bei der "mutual capacitive" Technologie ist es möglich, mehrere Berührungen gleichzeitig zu erfassen (Multitouch). Dies geschieht, indem die Kapazitätsveränderungen an mehreren Punkten gleichzeitig gemessen und miteinander verglichen werden.

6. Signalverarbeitung:

- **Signalverstärkung und Verarbeitung:** Wenn eine Berührung erkannt wird, sendet der Sensor ein elektrisches Signal an einen Controller, der die Änderungen in der Kapazität verarbeitet. Der Controller berechnet dann die genaue Position der Berührung und überträgt diese Information an das Betriebssystem des Geräts.
- Der Controller kann die Koordinaten der Berührung so schnell berechnen, dass der Touchscreen sofort auf Benutzerinteraktionen reagieren kann, was eine flüssige und reaktionsschnelle Benutzererfahrung bietet.

7. Vorteil der kapazitiven Technologie:

- Da die Technologie auf Veränderungen der elektrischen Kapazität reagiert, benötigt sie keinen direkten physischen Druck, wie es bei resistiven Touchscreens der Fall ist. Ein kapazitiver Touchscreen reagiert auf die elektrische Leitfähigkeit des Fingers (oder eines anderen leitfähigen Objekts). Das bedeutet, dass der Bildschirm bei Berührung nicht mechanisch "eingedrückt" wird, sondern lediglich die Veränderung im elektrischen Feld registriert.
- Diese Technologie ist sehr schnell, da sie keine mechanische Reaktion erfordert, sondern nur die Messung von elektrischen Feldern.

8. Fehlerkorrektur und Interferenzen:

- Kapazitive Touchscreens sind auch in der Lage, Interferenzen von externen Quellen (wie elektromagnetische Felder) zu erkennen und zu filtern, was die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Berührungsdetektion gewährleistet.
- Die Technologie bietet zudem Fehlerkorrektur: Wenn ein Teil des Bildschirms durch Schmutz, Staub oder Kratzer abgedeckt ist, kann der Bildschirm immer noch korrekt die Position der Berührung bestimmen, da die Fehlerkorrektur die Auswirkungen dieser Störungen minimiert.

9. Empfindlichkeit und Genauigkeit:

Kapazitive Touchscreens sind äußerst empfindlich und bieten eine hohe Genauigkeit, da sie nur die Veränderung des elektrischen Felds registrieren, die mit einer Berührung verbunden ist. Diese Genauigkeit ermöglicht es den Nutzern, präzise Eingaben zu machen, etwa bei Zeichnungen, beim Spielen von Spielen oder bei der Navigation durch Menüs.

10. Umweltfaktoren und Interaktionen:

- **Wasser- und Feuchtigkeitseinflüsse:** Kapazitive Touchscreens können auch auf Feuchtigkeit reagieren. Wenn ein Finger oder die Hautoberfläche von Wasser benetzt ist, wird die elektrische Kapazität geändert, was zu einer präziseren Berührungserkennung führen kann. Andererseits können extreme Feuchtigkeitsbedingungen auch zu Fehlfunktionen führen.
- **Nicht-leitende Materialien:** Ein Nachteil der kapazitiven Technologie ist, dass der Bildschirm nicht auf nicht-leitende Objekte wie Handschuhe oder Stifte ohne spezielle Beschichtung reagiert. Einige moderne kapazitive Touchscreens sind jedoch so konzipiert, dass sie auch mit speziellen Stiften oder Handschuhen funktionieren.

Vorteile:

- **Hohe Präzision und Reaktionsfähigkeit:** Kapazitive Touchscreens reagieren schnell auf Berührungen und ermöglichen eine sehr präzise Steuerung. Sie sind besonders geeignet für die Nutzung von Multitouch-Gesten wie Pinch-to-Zoom oder Wischen.
- **Langlebigkeit:** Da sie keine beweglichen Teile haben, sind kapazitive Bildschirme widerstandsfähiger und langlebiger als resistive Bildschirme.
- **Gute Bildqualität:** Sie bieten eine bessere Bildqualität, da sie keine zusätzliche Schicht zur Messung des Drucks benötigen, was den Bildschirm klarer macht.
- **Multitouch-Unterstützung:** Kapazitive Touchscreens können mehrere Berührungen gleichzeitig erkennen, was sie ideal für Anwendungen wie Spiele, Zooming und andere interaktive Funktionen macht.

Aufbau:

- Ein kapazitiver Bildschirm besteht aus einer Glasschicht, die mit einer leitfähigen Schicht (meist Indiumzinnoxid, ITO) beschichtet ist.
- Diese Schicht ist oft mit einer speziellen Beschichtung versehen, die verhindert, dass Schmutz oder Wasser die Funktion beeinträchtigen.
- Sensoren an den Ecken des Bildschirms messen die Veränderungen im elektrischen Feld, um den Punkt der Berührung zu bestimmen.

Arten von kapazitiven Touchscreens:

- **Einzelpunkt- vs. Multitouch:** Einige kapazitive Bildschirme unterstützen nur Einzelberührungen, während fortschrittlichere Modelle mehrere Berührungen gleichzeitig erfassen können, was zu einer besseren Benutzererfahrung führt.
- **Projected Capacitive Touch (PCT):** Dies ist die gängigste Form für moderne Smartphones und Tablets. PCT-Bildschirme können präzise und mehrere Berührungen auf einem größeren Bereich erkennen.
- **Surface Capacitive und Mutual Capacitive:** Diese Begriffe beziehen sich auf die Art und Weise, wie der Bildschirm die Veränderung im elektrischen Feld misst. Surface Capacitive erkennt Berührungen über eine einzelne Schicht, während Mutual Capacitive zwei Schichten verwendet, um genauere Berührungsinformationen zu erhalten.

Vorteile gegenüber anderen Technologien:

- **Bessere Helligkeit und Bildqualität:** Da keine zusätzlichen Schichten wie bei resistiven Touchscreens verwendet werden, bleibt das Bild klar und hell.
- **Wasserdichtigkeit:** Kapazitive Touchscreens reagieren nicht auf Druck, sondern auf die Veränderung des elektrischen Felds, wodurch sie auch bei leichtem Kontakt mit Wasser weiterhin funktionieren können (jedoch nicht bei starker Nässe).
- **Berührungsgenauigkeit und Multitouch:** Die Technologie bietet eine außergewöhnliche Berührungsgenauigkeit und ermöglicht komplexe Multitouch-Gesten, was sie für viele moderne Anwendungen geeignet macht.

Nachteile:

- **Benötigt leitfähige Objekte:** Ein wesentlicher Nachteil ist, dass kapazitive Touchscreens nur mit leitfähigen Objekten, wie dem menschlichen Finger, reagieren. Sie funktionieren nicht gut mit normalen Handschuhen oder unbeschichteten Stiften.
- **Kosten:** Kapazitive Touchscreens sind teurer in der Herstellung als resistive Touchscreens.
- **Empfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeit und Verschmutzung:** Auch wenn sie in der Regel weniger anfällig für äußere Einflüsse sind, können Feuchtigkeit und Staub die Genauigkeit und Leistung beeinträchtigen, wenn sie sich auf der Oberfläche ablagern.

Anwendungen:

- **Smartphones und Tablets:** Diese Geräte nutzen häufig kapazitive Touchscreens aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit und Multitouch-Unterstützung.
- **Kioske und interaktive Displays:** In der Werbung und im Einzelhandel werden kapazitive Bildschirme für Selbstbedienungsterminals und interaktive Displays verwendet.
- **Automobile und Haushaltsgeräte:** Moderne Autos und Haushaltsgeräte integrieren kapazitive Touchscreens zur Steuerung von Funktionen und zur Anzeige von Informationen.
- **Medizinische Geräte:** Da kapazitive Touchscreens robust und leicht zu reinigen sind, werden sie zunehmend in medizinischen Geräten verwendet, die Touchscreen-basierte Steuerung erfordern.

Sicherheit:

- Kapazitive Touchscreens sind in der Regel sicherer und widerstandsfähiger gegen Manipulationen, da sie keine physische Interaktion erfordern, sondern auf die Erkennung von elektrischen Feldern angewiesen sind.
- Es gibt keine mechanischen Teile, die abnutzen oder brechen könnten, was die Sicherheit und Zuverlässigkeit erhöht.

Zusammenfassung:

Kapazitive Touchscreens bieten eine ausgezeichnete Benutzererfahrung und sind die bevorzugte Wahl für viele moderne Geräte. Trotz einiger Einschränkungen bezüglich der Verwendung mit nicht-leitfähigen Objekten sind ihre Vorteile hinsichtlich Geschwindigkeit, Präzision und Haltbarkeit unbestreitbar.

Quellen:

Wikipedia:

https://en.wikipedia.org/wiki/Touchscreen#Capacitive_touchscreen

HowStuffWorks:

<https://computer.howstuffworks.com/question716.htm#:~:text=A%20capacitive%20system%20includes%20a,won't%20register%20a%20touch.>