

XX. Ekran dotykowy

Trudno zaprzeczyć, że obecnie zmierzamy w stronę środowiska komputerowego po PC. Rozprzestrzenianie się smartfonów, tabletów i innych mobilnych platform komputerowych będzie miało daleko idące konsekwencje dla sposobu interakcji użytkowników z komputerami. Te współczynniki kształtu nie pozwalają na bardziej tradycyjną mysz i klawiaturę danych wejściowych do gier i dlatego w dużym stopniu polegają na korzystaniu z ekranów dotykowych. Ten rozdział ma na celu przedstawienie tła różnych typów ekranów dotykowych, ich działania i ograniczeń technicznych. Zwróć uwagę, że rozszerzymy nasz symulator cząstek, aby działał na pojemnościowym ekranie dotykowym iPhone'a; końcowy produkt jest bardzo podobny do wersji sterowanej przez mysz, ale stanowi punkt wyjścia dla symulatora fizyki opartego na dotykach. Podczas gdy ta część będzie zajmować się głównie dwoma najczęściej spotykanymi typami ekranów dotykowych, rezystancyjnych i pojemnościowych, poniższa sekcja zawiera przegląd wielu różnych typów. W przyszłości możemy zaobserwować przejście na bardziej egzotyczne urządzenia, zwłaszcza w przypadku wielkoformatowych urządzeń komputerowych.

Rodzaje ekranów dotykowych

Rezystywny

Rezystywne ekrany dotykowe to po prostu gigantyczna sieć małych przycisków. Niektóre z nich mają 4096×4096 przycisków w jednym calu kwadratowym! OK, więc nie są to zwykłe przyciski, ale zbliżają się. Rezystywne ekrany dotykowe mają co najmniej dwie warstwy przewodów z odstępem między nimi. Gdy naciskasz na ekranie, zamykasz lukę. Bam, obwód kompletny, przycisk wciśnięty. Wkrótce uzupełnimy ten uproszczony opis.

Pojemnościowy

Również temat, który wkrótce omówimy szczegółowo, pojemnościowe ekrany dotykowe są bardzo powszechne na dzisiejszych smartfonach. Te ekrany dotykowe działają poprzez obliczanie zmiany pojemności elektrycznej w czterech rogach ekranu, gdy palec wpływa na pojemnościowy obwód pod szkłem. Ograniczeniem jest to, że cokolwiek dotyka ekranu, musi przewodzić prąd elektryczny. Jeśli zaizolujesz palce rękawiczkami, ekran nie będzie już w stanie zlokalizować twojego dotyku. Można to jednak rozwiązać za pomocą kilku ściegów przewodzących.

Podczerwień i obrazowanie optyczne

Podczerwone ekrany dotykowe wykorzystują tablice podczerwieni LED i fotodetektory do wykrywania i interpretowania obiektu łamiącego ścieżkę pary fotodetektorów LED. Wykorzystuje to techniki skanowania linii i jest bardzo wytrzymałą konstrukcją. Techniki obrazowania optycznego są względnie nowościami w scenie ekranu dotykowego, których dużą zaletą jest to, że są one niezwykle skalowalne. Używają urządzeń obrazujących i źródeł światła, aby wykryć, gdzie dotykany jest ekran, interpretując cienie rzucane przez obiekt przez grubość materiału.

Egzotyczny: Dyspersyjny sygnał i powierzchniowa fala akustyczna

Istnieje kilka innych egzotycznych technologii ekranu dotykowego. Nie zajmujemy się tutaj szczegółami, ale 3M ma system, który wykrywa energię mechaniczną w szkle spowodowaną przez dotyk. Ilość energii wibracyjnej docierającej do każdego czujnika określa pozycję. Kolejny przykład egzotycznego wejścia ekranu, wykrywająca fale powierzchniowe zmiany we wzorcach fal ultradźwiękowych poruszających się po powierzchni ekranu.

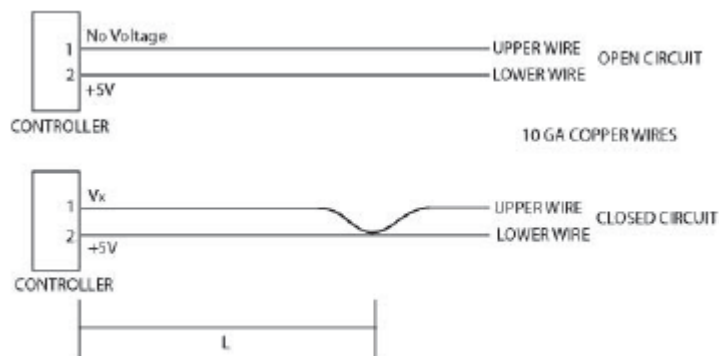
Fizyka krok po kroku

Rezystywny ekran dotykowy

Rezystywne ekrany dotykowe są klasyfikowane jako pasywna technologia ekranu dotykowego, ponieważ ekran rejestruje dotyk bez aktywnego udziału obiektu dotykającego ekranu. Jest to ich główna zaleta w stosunku do aktywnych technologii, takich jak pojemnościowe ekrany dotykowe, ponieważ ekrany rezystancyjne mogą być aktywowane przez nieprzewodzące obiekty, takie jak długopis lub palec w rękawiczce. W przeszłości ekrany rezystancyjne ograniczały się do pojedynczego wejścia i jest to typ, który opisujemy, ale można je skonfigurować do pracy z dwoma lub więcej wejściami symultanicznymi, znanymi również jako multitouch.

Jednowymiarowy rezystancyjny czujnik dotykowy

Aby ułatwić sobie tę dyskusję, zaczniemy od spojrzenia na jednowymiarowy ekran dotykowy. Wyobraźmy sobie, że zbudowaliśmy maszynę opisaną na rysunku 20-1.



Jak widać, nasz czujnik ma dwa stany, stan otwartego obwodu i obwód zamknięty stan. W stanie otwartym obwód, sterownik dostarcza sygnał 5V do styku 2 i czeka na każde napięcie powrotne na styku 1. Bez żadnego kontaktu, aby doprowadzić przewody do siebie, obwód jest otwarty. Na styku 1 nie ma napięcia, dlatego też nie jest wyczuwany żaden dotyk. Po dotknięciu przewodów są one łączone i obwód jest zamknięty. Na styku 1 pojawi się napięcie. Zdarzenie dotykowe zostanie zarejestrowane. Ten typ czujnika, który bada tylko obecność lub brak napięcia bez względu na jego wartość, jest nazywany czujnikiem cyfrowym. Może wykrywać tylko dwa stany: włączone lub wyłączone (odpowiednio 1 lub 0). OK, więc to jeszcze nie jest ekran dotykowy; zasadniczo w tym momencie wszystko, co mamy, to prosty przycisk. Idąc dalej, powiedzmy, że chcemy nie tylko wywołać zdarzenie po naciśnięciu naszego przycisku, ale chcemy jednocześnie wprowadzić wartość na podstawie na miejscu wzdłuż drutu, L, że nacisnęliśmy. Aby to osiągnąć, kontroler cierpliwie czeka na napięcie na styku 1. Po wykryciu napięcia, ten cyfrowy przełącznik "on" powoduje, że kontroler następnie bada obecne napięcie, które nazwaliśmy Vx. Teraz dochodzimy do tego, że jest to rezystancyjny czujnik dotyku. Prąd, napięcie i opór są ze sobą powiązane przez prawo Ohma. Ta fizyczna relacja jest wyrażana jako:

$$V = IR$$

Gdzie V jest napięciem, I jest prądem, a R jest oporem. Dokładne fizyczne znaczenie każdego z nich jest obecnie mniej ważne niż to, jak są one powiązane, więc nie martw się, jeśli nie pamiętasz ich definicji. W przypadku naszego obwodu, I lub prąd będzie stały. Gdy regulator mierzy napięcie V na styku 1, możemy teraz rozwiązać dla oporu:

$$R = V / I$$

Przy naszym stałym prądzie, I i znanym napięciu V_X możemy obliczyć rezystancję obwodu przez wprowadzenie $(5 - V_X)$ dla V w następujący sposób:

$$R = (5 - V_X) / I \quad (1)$$

Zauważ, że musimy zmienić napięcie na naszym rezystorze (przewód), więc upewnij się, że używasz różnicy między tymi dwiema wartościami. Każdy przewodnik ma wewnętrzną rezystancję wewnętrzną, a dzięki testom możemy określić, jaki jest rezystancja, mierzony w omach na jednostkę długości, i użyć go do określenia naszej całkowitej rezystancji opisanej przez:

$$R = 2rL$$

gdzie r jest wspomnianym omoem na jednostkę długości, a R jest całkowitym oporem naszego obwodu. Zwróć uwagę, że pomnożyliśmy L przez 2, aby uwzględnić przebieg drutu do punktu kontaktu i do tyłu. Jeśli zastąpimy to dla R we wcześniejszym równaniu, mamy teraz:

$$2rL = (5 - V_X) / I$$

i w końcu:

$$L = (5 - V_X) / (2r)$$

gdzie L jest jedyną niewiadomą. Aby to zilustrować, założmy, że zmierzone napięcie wynosi 4,95 V, a przewody są miedzianymi drutami o średnicy 24 mm. Szybki przegląd w standardowej książce elektrotechniki daje oporność na poziomie 0,08422 oma na metr. Kiedy zaprojektowaliśmy nasze źródło prądu stałego, założmy, że wybraliśmy 50 miliamperów:

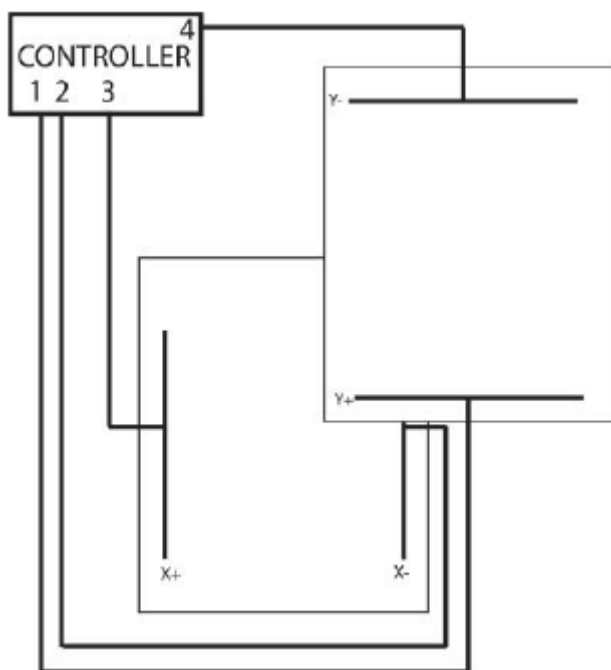
$$L = (5 - 4,95 \text{ V}) / ((2) (.08422 \text{ omów / metr}) (.05\text{A}))$$

$$L = 5,9 \text{ metra od kontrolera}$$

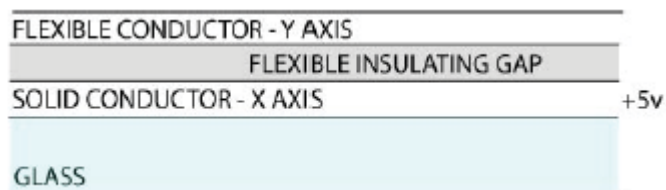
Jak widać, rezystancja materiału na metr, dostarczony prąd stały i czułość obwodu wykrywającego napięcie muszą być dokładnie dostrojone, aby zapewnić, że kontroler jest zdolny do wykrywania zdarzeń dotykowych w odpowiednich wymiarach. W rezystywnym ekranie dotykowym druty są mikroskopijne, dzięki czemu opór na metr jest znacznie wyższy. Umożliwia to wykrycie mniejszych odległości na ekranie.

Ekran rezystancyjny z czterema przewodami

Przy pewnych modyfikacjach możemy rozszerzyć nasz poprzedni model na dwa wymiary. w ekran dotykowy z czterema drutami, są cztery podstawowe warstwy i cztery przewody, z których trzy będą używane w danym momencie. Ogólny układ przedstawiono na rysunku 20-2. Kwadraty zawierające druty X i Y będą w rzeczywistości zachodzić na siebie, ale dla jasności są tu pokazane na przekroju.



Powód nazwania go czteroprzewodowym ekranem dotykowym powinien być teraz oczywisty; Należy jednak pamiętać, że tylko trzy przewody będą aktywne w dowolnym momencie. Podstawową strukturę pokazano na rysunku 20-3.



Pierwsza warstwa ekranu zawiera elastyczny przewód oddzielony izolacją luku. Pod szczeliną leży solidny przewodnik. Kiedy palec naciska na zewnętrzną warstwę elastycznego przewodu, przechodzi przez szczelinę i styka się z przewodem stałym. Przewody są cienkimi warstwami tlenku indy-cyny (ITO) ze srebrnymi szynami na obu końcach arkusza, pokazanymi jako czarne linie na rysunku 20-2. Sonda napięciowa oznacza, że chip wykrywa napięcie na tym pinie, źródło napięcia jest pinem zasilającym napięcie, a otwarte oznacza, że nie jest używane. Sekwencja zdarzenia dotykowego rozpoczyna się od otwarcia pinów 1 i styków 2. Pin 3 jest skonfigurowany do wejścia cyfrowego z pullup oznaczającym napięcie dostarczane do bolca. Kiedy palec naciska na zewnętrzną warstwę i styka się z dolną warstwą, kołek 3 przechodzi w ziemię. Kiedy kontroler wyczuje spadek napięcia na pinie 3, przechodzi do drugiego rzędu i odczytuje pozycję X. Aby odczytać położenie X, dolna warstwa jest zasilana z pinu 3 do pinu 2. Źródło napięcia tworzy gradient wzdłuż warstwy. Pin 1, połączony z górną warstwą, dostarcza napięcie do kontrolera, gdy dotyk popycha go w dół, aby nawiązać kontakt z dolną pod napięciem warstwą. Wartość tego napięcia zależy od miejsca kontaktu w gradiencie, podobnie jak w poprzednim przykładzie liniowym. Gdy znana jest pozycja X, sterownik przesuwa się do następnego rzędu i odczytuje pozycję Y. Metoda uzyskania pozycji Y jest bardzo podobna, ale odwrotnie. Napięcie zasilania jest przełączane na pin 1, który wytwarza gradient napięcia za pomocą styku 4. Następnie sonda 3 jest sondowana, a napięcie odpowiada odległości wzdłuż gradientu napięcia. Ponieważ kontroler jest w stanie powtórzyć wykrywanie, odczytać X i odczytać cykle Y około 500 razy na sekundę, użytkownik nie jest świadomy, że ekran nie rejestruje jednocześnie współrzędnych X i Y. Podczas gdy czterożyłowy rezystancyjny ekran dotykowy jest najprostszym dwuwymiarowym czujnikiem dotykowym, istnieją problemy z trwałością. Główną wadą tego typu ekranu dotykowego jest to, że

ponieważ warstwy muszą być oddzielone szczeliną izolacyjną, co najmniej jedna z warstw musi być elastyczna. W typie czteroprzewodowym, ciągłe zginanie pierwszej warstwy przewodzącej wprowadza mikropęknięcia w powłocę, które prowadzą do nieliniowości i zmniejszają dokładność. Inne modele rezystancyjnych ekranów dotykowych rozwiązują ten problem dzięki dodatkowym warstwom, które eliminują potrzebę zastosowania elastycznego przewodu. Zostały również przystosowane do zapewniania możliwości wielodotykowych. Omówimy wkrótce multitouch i jego działanie z pojemnościowymi ekranami dotykowymi.

Pojemnościowe ekrany dotykowe

Ekran pojemnościowy wykorzystuje kawałek szkła pokryty przezroczystym przewodnikiem. Kiedy twój palec lub inny przewodnik wejdzie w kontakt z ekranem, pole elektrostatyczne zostanie zakłócone, powodując zmianę pojemności. Aby zrozumieć, jak działają ekrany pojemnościowe, sprawdźmy ogólnie pojemność. Kondensator w swojej najprostszej postaci to dwa przewodniki, zwykle cienkie, rozdzielone izolatorem. Jeśli zastosujesz napięcie na dwóch przewodach, prąd będzie płynął i ładunek narodzi się. Gdy napięcie na płytach jest równe napięciu zasilania, prąd zostanie zatrzymany. Ilość ładunku zgromadzonego w płytach jest miarą pojemności. Wcześniej zauważyliśmy, że jednym z problemów z ekranami rezystancyjnymi jest to, że jedna część musi zawsze zginać, aby zamknąć lukę izolacyjną i zakończyć obwód. To powtarzalne działanie prowadzi ostatecznie do awarii mechanicznej. Kondensator może być dynamicznie formowany przez dowolne dwa przewodniki oddzielone izolatorem. Biorąc pod uwagę, że szkło jest dobrym izolatorem, łatwo zauważyć, że palec oddzielony od żyły przewodem może zmienić pojemność układu. W ten sposób palec lub rysik nie muszą powodować żadnych mechanicznych ruchów, ale nadal mogą powodować zmiany czujników, które są następnie wykorzystywane do pomiaru położenia dotyku. Metody określania położenia w oparciu o pojemność na urządzeniach mobilnych to autokompatybilność i wzajemna pojemność.

Własna pojemność

Każdy, kto żył w suchej zimie, odczuł wstrząs spowodowany wyładowaniem elektrostatycznym. To możliwe, ponieważ ludzkie ciało to całkiem niezły kondensator o pojemności około 22 pico-faradów. Ta właściwość jest znana jako pojemność ciała. Ekrany o własnej pojemności wykorzystują fizyczną właściwość zdefiniowaną przez ilość ładunku elektrycznego, którą należy dodać do izolowanego przewodu w celu zwiększenia jego potencjału o jeden wolt. Kiedy palce działają jako przewodnik naturalnej pojemności ciała, czujniki po drugiej stronie szkła doświadczają wzrostu potencjału elektrycznego. Biorąc pod uwagę, że czujniki znajdują się po drugiej stronie dobrego izolatora, szkła, w rzeczywistości nie będzie żadnego rozładowywania energii, w przeciwieństwie do tego, kiedy dotkniesz metalowych drzwi samochodu i uzyskasz "zapadanie". Samokondensacja w ten sposób wytwarza bardzo silny sygnał, ale nie ma możliwości dokładnego rozwiązania wielu dotknięć. Dlatego często jest używany w połączeniu z następnym rodzajem ekranu dotykowego, który omówimy, wzajemną pojemność.

Wzajemna pojemność

Druga postać ekranu pojemnościowego, wzajemna pojemność, jest utworzona przez siatkę niezależnych kondensatorów. Opłata pomiarowa jest wysyłana przez rzędy lub kolumny. Gdy kondensatory ładują się i rozładowują, system może wykryć pojemność każdego pojedynczego kondensatora. Jak przedyskutowano, ciało jest dobrym kondensatorem, a jego część blisko siatki kondensatorów zmienia lokalne pole elektryczne. Kondensatory znajdujące się pod palcem lub innym przewodnikiem odczytują niższe wartości niż normalnie. Każdy kondensator może być skanowany niezależnie, umożliwiając wysoką rozdzielczość miejsca występowania zdarzenia dotykowego. Dodatkowo, ponieważ działają one niezależnie od siebie, możliwe jest dokładne rejestrowanie wielu

dotknięć. Pomyśl o tym systemie jako o zrobieniu zdjęcia pojemności na skórze ekranu. Wykorzystując algorytmy podobne do przetwarzania obrazu i wykrywania krawędzi, system ten może obliczyć zasięg zdarzenia dotykowego.

Przykładowy program

W kodzie źródłowym dołączonym do tej książki znajduje się przykład programu wybuchu cząstek z rozdziału 8, w którym zamiast kliknięcia myszy używa się ekranu dotykowego. Kod zdarzenia CORE Touch firmy Cocoa Touch wygląda następująco:

```
- (void)touchesBegan:(NSSet *)touches withEvent:(UIEvent *)event
{
    UITouch* touch = [[event touchesForView:self] anyObject];
    firstTouch = [touch locationInView:self];
    self.status = YES;
    [self trigger];
}
```

gdzie firstTouch jest definiowany przez CGPoint firstTouch; w pliku nagłówkowym. Punkt CGPoint to obiekt dotykowy Cocoa zdolny do przechowywania współrzędnych (x, y) w układzie współrzędnych widoku. Następnie możemy użyć firstTouch.x i firstTouch.y później w naszym programie, aby dać miejsce eksplozji cząstek. Jak widać, jest bardzo podobny do zdarzenia opartego na myszy. Jedną z istotnych różnic jest to, że można dostosować kod do obsługi zdarzeń multitouch. Komputery rozpoznają tylko jeden kursor myszy na raz, ale za pomocą ekranu dotykowego można jednocześnie rejestrować wiele kliknięć.

Wielodotkowy

W systemie iOS należy najpierw włączyć dostarczanie wielu zdarzeń dotykowych, ustawiając właściwość TouchEnabled w widoku na wartość TAK; wartość domyślna to NIE. Następnie musisz utworzyć klasę, która będzie śledzić wiele struktur TParticleExplosion. Wtedy jest tak proste, jak odpytywanie pozycji punktów początkowych wielokrotnych dotknięć, aby uruchomić wielokrotne eksplozje. Kod celu C do przechowywania punktów początkowych zdarzeń wielokrotnego dotknięcia wyglądałby następująco:

```
- (void)storeTouchPoints:(NSSet *)touches{
    if ([touches count] > 0) {
        for (UITouch *touch in touches) {
            CGPoint *point = (CGPoint
                *)CFDictionaryGetValue(touchBeginPoints, touch);
            if (point == NULL) {
                point = (CGPoint *)malloc(sizeof(CGPoint));
                CFDictionarySetValue(touchBeginPoints, touch, point);
            }
        }
    }
}
```

```
}  
*point = [touch locationInView:view.superview];  
}  
}
```

gdzie `CFDictionaryRef` jest niezmiennym obiektem słownika, który pozwala na kopiowanie obiektu i jego wartości klucza. Ostatnim aspektem tego przykładu jest to, że podczas tworzenia wielu symulacji fizycznych jednocześnie, konieczne może być zmniejszenie częstotliwości kroków czasowych, aby umożliwić płynne przejście animacji. Multitouch może stać się programowo skomplikowany, ale fizyka jest dość prosta. Przewodnik obsługi zdarzeń dla konkretnego języka programowania powinien zawierać szczegółowe wskazówki dotyczące obsługi łańcucha zdarzeń.

Inne uwagi

Jedną z głównych zalet ekranów dotykowych jest to, że ich układ i działania są całkowicie oparte na oprogramowaniu. Oznacza to, że jeśli dany przycisk nie odnosi się do bieżącego układu, można go odrzucić, a zwolniony obszar wykorzystać do dodatkowych odpowiednich kontroli. W następujących rozdziałach omówimy inne mniej oczywiste kwestie.

Haptyczne sprzężenie zwrotne

Zaletą jest to, że nie jest się zablokowanym zestawem fizycznych przycisków użytkownik musi polegać prawie wyłącznie na wizji, aby wchodzić w interakcje z kontrolkami. Przynajmniej jeden z autorów tej książki używa klawiatury bez liter w ogóle, zamiast polegać całkowicie na fizycznej pozycji klawiszy, aby ustalić, który klucz uderzyć. Byłoby to znacznie trudniejsze, gdyby dotykowe i dźwiękowe wskaźniki nie wskazywały na naciśnięcie właściwego klawisza. Rzeczywiście, łatwo jest powiedzieć, kiedy źle pisze, ponieważ klawisz `Backspace` jest znacznie głośniejszy niż reszta! Metoda uwzględniania sprzężenia fizycznego, aby pomóc użytkownikowi w interakcji z całkowicie wirtualnymi obiektami, jest znana jako sprzężenie dotykowe. Pierwsze użycie sprzężenia zwrotnego w grach było ograniczone do gier arkadowych, takich jak `Motocross`, w których kierownica zatrzęsała się po uderzeniu w grę. Obecnie jest uznawany za standard w kontrolerach gier wideo, które wibrują, aby poinformować użytkownika o jakimś wydarzeniu. W dziedzinie ekranów dotykowych, sprzężenie dotykowe jest wykorzystywane do informowania użytkownika o udanym uderzeniu klucza lub innym zdarzeniu dotykowym. Niektóre ekrany dotykowe zawierają nawet ruch całego ekranu po naciśnięciu. Ta opinia nadal nie pozwala na pisanie na dotyk, ponieważ tylko dynamicznie reaguje i nie dostarcza żadnych statycznych informacji zwrotnych dla różnych przycisków.

Modelowanie ekranów dotykowych w grach

Biorąc pod uwagę ich planarny charakter i brak nieodłącznego sprzężenia zwrotnego dotykowego, ekrany dotykowe mogą być łatwym sposobem implementacji kontrolek, z którymi postać w grze może wchodzić w interakcje. Ilość fizycznego modelowania wymaganego do stworzenia realistycznej klawiatury w grze jest dość intensywna. Tak więc istnieje bardzo niewiele przykładów postaci w grze, która musi usiąść i wpisać kod na terminalu za pomocą standardowej klawiatury. Używając ekranów dotykowych do kontroli przedmiotów w trakcie gry, można uniknąć dodatkowego modelu fizycznego przy zachowaniu realizmu. Interesujące byłoby również, aby gry używały realistycznych interfejsów ekranu dotykowego, tak aby postać musiała zdjąć rękawice, aby użyć ekranu pojemnościowego. Wreszcie wspomniane wcześniej technologie ekranów egzotycznych zapewniają wiele twórczych sposobów modelowania tego typu ekranów w grach. Na przykład, w przypadku ekranów mierzących

fale dźwiękowe w szkle lub innej mechanicznej energii, wybuchy niskiej jakości mogą być użyte do uruchomienia tych urządzeń wejściowych w grze.

Różnica w stosunku do danych pochodzących z myszy

Ważną kwestią dla twórców gier pod względem ekranów dotykowych jest różnica w porównaniu z tradycyjną grą opartą na myszy i klawiaturze. Ponieważ twórcy gier podeszwy od dawna wiedzą, trudno jest konkurować z szybkością i dokładnością kombinacji mysz / klawiatura. Wiele strzelanek pierwszoosobowych segreguje swoją grę online pomiędzy kontrolerami i konfiguracjami myszy / klawiatury, ponieważ dokładność i szybkość myszy daje tym graczom nieuczciwą przewagę. Korzystając z ekranów dotykowych na wielu różnych urządzeniach do gier i mobilnych platformach komputerowych, uważamy, że ta przewaga jest jeszcze bardziej widoczna. Dotknięcie palcem to eliptyczny kształt, którego powierzchnia styku zależy od konkretnego używanego palca, zastosowanego nacisku i orientacji palca. Użytkownik zazwyczaj postrzega punkt dotyku poniżej miejsca, w którym znajduje się rzeczywisty środek kontaktu, dlatego należy dokonać korekty. Z reguły jest to obsługiwane automatycznie przez system operacyjny, dzięki czemu pojedynczy punkt dotykowy jest obliczany i przekazywany do gry za pośrednictwem interfejsu API. Jednak to ogólne podejście do aspektów komputerowych musi oczywiście poświęcić dokładność dla uniwersalności, aby nie było skalibrowane dla jednego konkretnego użytkownika. Inną nieodłączną wadą ekranów dotykowych jest konieczność dotykania ekranu. Oznacza to, że duża część twojej ręki będzie blokować ekran, gdy będziesz go kontrolować element. Można sobie wyobrazić, że w strzelance pierwszoosobowej byłaby to wielka wada w stosunku do kogoś, kto bawi się klawiaturą i myszą. Na koniec, przesunięcie kursorem myszy nie jest dostępne dla danych wejściowych opartych na ekranie dotykowym. Rozważ grę, w której możesz wywołać akcję, przesuając kursor myszy nad obiektem. Te działania mogą być inne niż kliknięcie tego samego obiektu. Jednak dzięki wprowadzeniu opartemu na ekranie dotykowym obiekt ten byłby zasłonięty przez wszystko, co wyzwała ekran, co powoduje, że ruch myszy pozostaje niewidoczny dla użytkownika.

Niestandardowe gesty

Jako ostatnia uwaga, inną możliwością wprowadzania dotykowego do gry jest użycie niestandardowych gestów. Pozwalają one użytkownikowi narysować kształt na ekranie, który program rozpoznaje jako gest. Następnie może wykonać dowolny kod na podstawie tego wejścia