

Chess Board auf dem WikiReader

Da ich mich für Schach interessiere und einige Bücher mit in den Urlaub nehmen wollte, suchte ich nach einer Möglichkeit, die Züge aus den Büchern nachzuvollziehen. Aber da ich dann meist den ganzen Tag in der Sonne wäre, war das Handy keine Option, sondern es sollte ein Low-Power LCD Gerät sein. Glücklicherweise ist mir eingefallen, dass ich noch ein paar WikiReader habe, die genau dem Wunsch entsprechen und auch in Forth programmierbar sind.

Der WikiReader

ist ein Projekt aus dem Jahr 2009, um Inhalte des Wikipedia offline zu lesen (siehe **Bild 1**). Es basiert auf den Epson S1C33E07 Microcontroller mit 64KB Flash, 32MB SDRAM und einer microSD Karte. Das Gerät ist mit 10x10x2cm³ klein, hat ein 240x208 Pixel Touch-Display und drei Tasten. Zwei AAA-Batterien sollten für 90h Betrieb (1300h lesen) ausreichen. Neben Anzeige des Wikipedia oder Bücher des Gutenberg-Projektes kann es auch Forth-Programme ausführen.

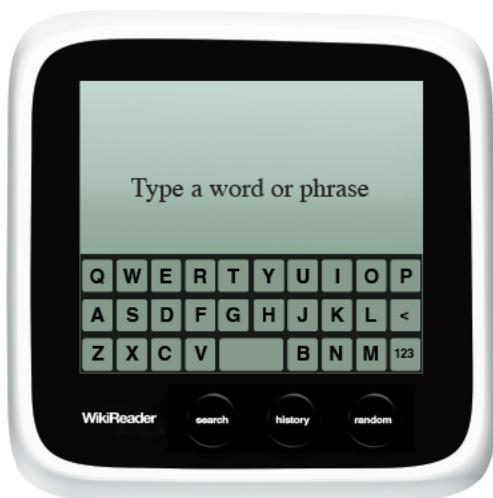


Bild 1 – WikiReader

Leider wurde 2014 das Projekt ohne Begründung eingestellt, aber ich konnte mir Dank Dirk Brühl noch einige Exemplare bei amazon.com sichern. Auch wird es immer schwieriger, neben den Sourcecode auf Github weitere Unterlagen dazu zu finden. Glücklicherweise gibt einen Forth-Simulator für Windows, welche ich für die Entwicklung nutzte.

Das Forth

Christopher Hall von Openmoko hat ein fast ANSI-konformes Forth mit einem 8x13-Zeichensatz implementiert, welches beim Einschalten mit gedrückter random-Taste ein Menü mit Auswahl von Programmen aus dem File bootmenu.4th auf der SD-Karte anzeigt.

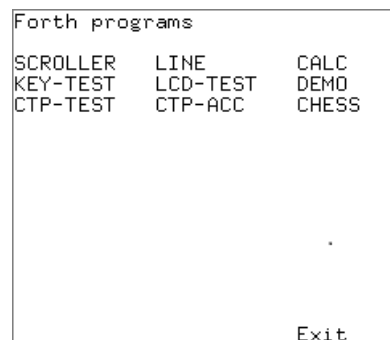


Bild 2 – Forth-Menü

Neben diversen Testprogrammen und einem Rechner ist hier auch schon mein Programm CHESS gelistet, welches ich vorstellen will. Es sollte vorerst nicht vollständig Schach spielen können, sondern nur Züge anzeigen oder wieder zurücknehmen können und sieht in der Anwendung aktuell so aus:

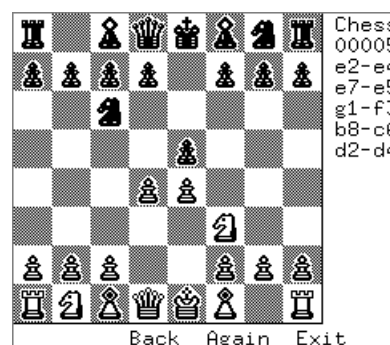


Bild 3 – Schachbrett

Damit kommen wir auch schon zu den verschiedenen Aufgaben, die mit einem solchen Programm verbunden sind:

- Erstellung des Zeichensatzes
- Zueingabe über Touch
- Zugrücknahme

Der Zeicheneditor

Da der Bildschirm 208 Pixel hoch ist und auch noch die Tastenbelegung und die Züge angezeigt werden sollten, nutze ich 24x24 Pixel pro Feld. Mit 8 unterschiedlichen Figuren in zwei Farben auf weißen und schwarzen Felder braucht man 32 (+2 für leere Felder) Bilder. Ich bin nicht besonders stolz, was ich hier gezeichnet habe, aber das Programm war in einer Woche realisiert und die Figuren unterscheidbar.

Da ich damals (während KKForth-Zeiten ab 1990) bei meinen Screeneditor auch unterschiedliche Zeilenanzahl und -länge eingeben konnte, habe ich das C64-Format 40x25 für den Zeicheneditor gewählt. Damit bleiben neben den 24 Pixel auch Platz für den Hex-Code (Bild 4). Ich muss nur die 24 Zeichen pro Zeile lesen und in 3 Bytes wieder speichern.

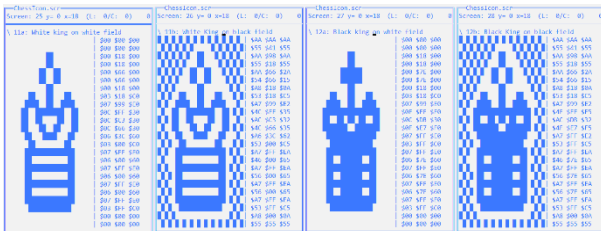


Bild 4: IconEditor

Die Routine zur Berechnung des Hex-Codes (hexicons) und deren Speicherung in das Programmfile (saveicons <name>) sind auch in diesem ChessIcon.scr-File aber mit üblicher 16x64-Formatierung (siehe Listing 1). Das Ergebnis habe ich dann als Array in mein Chess.4th-Programm übernommen.

Der Simulator

Schon meine Arbeiten mit FPGAs zeigte mir, dass eine Entwicklung auf der Zielhardware schwierig und oft langsam ist. Vor allem wenn man Programme über serielle Schnittstelle oder sogar als Image auf eine SD-Karte brennen muss. Deshalb war ich froh, dass es für dieses WikiReader-Forth einen Windows-Simulator gibt. Es gibt zwar kleine Unterschiede (z.B. das fehlende `cmove`), die man aber leicht korrigieren kann.

Im Endeffekt muss man nur drei Files im Simulatorverzeichnis bzw. auf der SD-Karte editieren oder hinzufügen. Als erstes muss man File „bootmenu.4th“ um `s" CHESS.4MU" add-item` im Befehl `read-items` ergänzt. Das hier angegebene CHESS.4MU ist sehr kurz:

```
include chess.4th
chess
```

Es ladet dann das eigentliche Programm CHESS.4TH, was im WikiReader ein paar Sekunden dauern kann.

Test im WikiReader

Im WikiReader kann man natürlich auch interaktiv mit dem Forth arbeiten, aber dazu benötigt man eine serielle Schnittstelle, die man mit etwas Geschick an dem Batteriefach herausführen kann (Siehe Link 4). Man muss sowieso das Gehäuse öffnen, um an die SD-Karte zu kommen und dort die drei oben angegebenen Files zu modifizieren bzw. dort abzulegen.

Das Programm

Die oben erstellten Icons sind der erste Teil des Programmes, wobei immer die 24*24 Pixel in 9 Bytes mal 8 Zeilen (72 Bytes) zusammengefasst werden.

Natürlich wollte ich auch die Züge speichern, um sie bei Bedarf auch zurückzunehmen. Deshalb merke ich mir bei

jedem Zug die Ausgangsposition, die gezogene Figur, die Endposition und die ersetzte Figur.

Als nächstes gibt es Arrays mit der Startaufstellung und das Array mit der aktuellen Aufstellung, welche die Routine `drawboard` auf das LCD zeichnet. Als Ergänzung werden auch noch die letzten 10 Züge rechts neben dem Board aufgelistet.

Beim Zeichnen ist zu beachten, dass zwar auch ein Bit pro Pixel verwendet wird, aber bei einer Zeile mit 240 Pixel (30 Byte) zwei zusätzliche Bytes reserviert sind, welche nicht angezeigt werden. Natürlich muss man auch aufpassen, was bei der Nummerierung des Feldes auf dem Schachbrett und dann im Display oben bzw. unten ist. Teilweise hatte ich unerklärliche Effekte, weil Pixel nicht richtig dargestellt oder überschrieben wurden.

Bei den Experimenten mit Touch zeigte sich, dass eine Abfrage sinnvoll ist, ob das gewählte Feld auch mit der Figur der richtigen Farbe besetzt ist. Es wird dann das Feld markiert und darauf gewartet, bis das Ziel gewählt wird. Danach wird geprüft, ob das Zielfeld nicht mit der eigenen Farbe belegt ist, was ja nicht erlaubt ist. Ist das ok (weitere mögliche Abfragen im nächsten Kapitel) wird der Zug gespeichert und die Anzeige aktualisiert.

Damit fehlt nur noch der Hauptbefehl `chess`. Dieses übernimmt die Startauf-

stellung in die aktuelle Konfiguration, setzt den Zügezähler zurück und wartet auf die Eingabe. Diese können die Tasten für Zurück bzw. Vorwärts sein oder das Programm beenden. Über das Touch-Display werden dann die Züge eingegeben, wobei auch da zuerst geprüft wird, ob ein Schachfeld angeklickt wurde. Bei der ersten Berührung wird geprüft, ob die erlaubte Figur gewählt wurde und bei der zweiten Berührung dann (leider noch unvollständig) die erlaubten Ziele.

Notwendige Verbesserungen

Leider habe ich dann das Projekt nicht mehr weitergemacht, obwohl noch viele Punkte notwendig wären:

- Vollständige Prüfung, ob Zug erlaubt ist
- Rochade und En passant
- Bauernumwandlung
- Editor für Aufstellung

Auch ein komplettes Schachprogramm mit Eröffnungsbibliothek wäre hier möglich, aber dies werde ich vermutlich mit einer deutlich schnelleren Hardware realisieren.

Ich denke, dieses Beispiel zeigt, dass man manchmal auch alte Hardware für eine kleine Applikation heranziehen kann, wenn man spezielle Anforderungen hat.

Viel Spaß damit wünscht
Klaus Kohl-Schöpe

Links:

1. WikiReader:
<https://de.wikipedia.org/wiki/WikiReader>
2. Offizielle WikiReader Sourcen im Github:
<https://github.com/wikireader/wikireader>
3. WikiReader FORTH Simulator:
<http://createuniverses.blogspot.com/2011/03/wikireader-forth-simulator.html>
4. WikiReader Serial Port Hack:
<http://toddbot.blogspot.com/2010/05/wikireader-serial-port-hack-pictures.html>

Listing 1: Sourcen für IconEditor:

Sourcen sind für mcForth.

Besonderheit: Create und Createp muss mit End-Create abgeschlossen werden

Screen 1:

```
\ Loadscreen with Converter
: readblock ( n -- addr ) \ read block to here
  #1024 um* 0 fid @ fpos! here dup >x #1024 fid @ fread drop ;
: writeblock ( n -- ) \ write block from here
  #1024 um* 0 fid @ fpos! here >x #1024 fid @ fwrite ;
: hexicons ( -- ) \ Convert icons to hex code
  base push hex
  capacity 1 - 3 ?DO \ for all blocks
    i readblock #40 + #24 FOR ( -- addr ) \ all lines
      dup #26 + 3 FOR ( -- addr addr+26 )
        0 swap 8 FOR ( -- addr 0 addr+26 )
          >r >r dup c@ #32 - IF #219 over c! 1 ELSE 0 THEN
            r> 2* + swap 1+ swap r> ( -- addr+1 n addr+26 )
          NEXT >r 0 <# # [char] $ hold #> r@ swap cmove r> 4 +
        NEXT drop #16 + ( -- addr+24+16 )
      NEXT drop i writeblock LOOP ;
```

Screen 2:

```
\ Save Icons
Createp crlf $0d c,p $0a c,p End-Create
Createp "c," char c c,p char , c,p $20 c,p End-Create
: saveicons ( file ; -- )
  parse-name $>h count fcreate \ new file
  capacity 1 - 3 ?DO \ for all blocks
    i readblock over >r dup #40 -trailing >r >x r> r> fwrite
      #66 + over >r crlf p>x 2 r> fwrite
      #8 FOR
        3 FOR 3 FOR
          over >r dup >x 4 r> fwrite 4 +
          over >r "c," p>x 3 r> fwrite
        NEXT #28 +
      NEXT over >r crlf p>x 2 r> fwrite
    NEXT drop
  LOOP fclose ; \ close file
```

Listing 2: Sourcen für Programm Chess im WikiReader:

```
\ -----
\ Chess for Wikireader
\ Author: Klaus Kohl-Schoepe
\ -----
\ Description:
\ Display: Start at lcd-vram with 32 byte width (30 visible)
\ Board: 192x192 Pixel (24*24 fields) with text on the right
\ -----

base @ decimal

\ Missing on Simulator
: cmove
  0 ?do over c@ over c! 1+ swap 1+ swap loop drop drop ;

\ -----
\ Chess Icons
\ -----
\ Figures: *2 for white field and *2+1 for black field
\ 0=empty; 1/2=white/black pawn; 3/4=bishop
\ 4/5=knight; 6/7=rook, 8/9=bishop, 10/11=king

24 constant fieldsize

create icons
\ 0a: White field
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
\ 0b: Black field
$AA c, $AA c, $AA c, $55 c, $55 c, $55 c, $AA c, $AA c, $AA c,
```

\$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c,
 \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c,
 \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \ 1a: White pawn on white field
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \$00 c, \$18 c, \$00 c, \$00 c, \$3C c, \$00 c, \$00 c, \$66 c, \$00 c,
 \$00 c, \$66 c, \$00 c, \$00 c, \$3C c, \$00 c, \$00 c, \$FF c, \$00 c,
 \$01 c, \$81 c, \$80 c, \$00 c, \$00 c, \$FF c, \$00 c, \$00 c, \$66 c, \$00 c,
 \$00 c, \$66 c, \$00 c, \$00 c, \$FF c, \$00 c, \$01 c, \$81 c, \$80 c,
 \$03 c, \$FF c, \$C0 c, \$03 c, \$00 c, \$C0 c, \$03 c, \$FF c, \$C0 c,
 \$01 c, \$FF c, \$80 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \ 1b: White pawn on black field
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c,
 \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$41 c, \$55 c,
 \$AA c, \$98 c, \$AA c, \$55 c, \$3C c, \$55 c, \$AA c, \$66 c, \$2A c,
 \$54 c, \$66 c, \$55 c, \$AA c, \$3C c, \$2A c, \$54 c, \$FF c, \$15 c,
 \$A9 c, \$81 c, \$AA c, \$54 c, \$FF c, \$15 c, \$AA c, \$66 c, \$2A c,
 \$54 c, \$66 c, \$15 c, \$A9 c, \$FF c, \$AA c, \$51 c, \$81 c, \$95 c,
 \$AB c, \$FF c, \$CA c, \$53 c, \$00 c, \$D5 c, \$AB c, \$FF c, \$CA c,
 \$51 c, \$FF c, \$95 c, \$A8 c, \$00 c, \$2A c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \ 2a: Black pawn on white field
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \$00 c, \$18 c, \$00 c, \$00 c, \$3C c, \$00 c, \$00 c, \$6E c, \$00 c,
 \$00 c, \$7E c, \$00 c, \$00 c, \$3C c, \$00 c, \$00 c, \$FF c, \$00 c,
 \$01 c, \$BD c, \$80 c, \$00 c, \$FF c, \$00 c, \$00 c, \$6E c, \$00 c,
 \$00 c, \$6E c, \$00 c, \$00 c, \$FF c, \$00 c, \$01 c, \$99 c, \$80 c,
 \$03 c, \$FF c, \$C0 c, \$03 c, \$3C c, \$C0 c, \$03 c, \$FF c, \$C0 c,
 \$01 c, \$FF c, \$80 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \ 2b: White pawn on black field
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c,
 \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$41 c, \$55 c,
 \$AA c, \$98 c, \$AA c, \$55 c, \$3C c, \$55 c, \$AA c, \$6E c, \$2A c,
 \$54 c, \$7E c, \$55 c, \$AA c, \$3C c, \$2A c, \$54 c, \$FF c, \$15 c,
 \$A9 c, \$BD c, \$AA c, \$54 c, \$FF c, \$15 c, \$AA c, \$6E c, \$2A c,
 \$54 c, \$6E c, \$15 c, \$A9 c, \$FF c, \$AA c, \$51 c, \$99 c, \$95 c,
 \$AB c, \$FF c, \$CA c, \$53 c, \$3C c, \$D5 c, \$AB c, \$FF c, \$CA c,
 \$51 c, \$FF c, \$95 c, \$A8 c, \$00 c, \$2A c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \ 3a: White bishop on white field
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$18 c, \$00 c,
 \$00 c, \$3C c, \$00 c, \$00 c, \$66 c, \$00 c, \$00 c, \$DB c, \$00 c,
 \$01 c, \$BD c, \$80 c, \$01 c, \$BD c, \$80 c, \$00 c, \$DB c, \$00 c,
 \$00 c, \$66 c, \$00 c, \$00 c, \$3C c, \$00 c, \$00 c, \$7E c, \$00 c,
 \$00 c, \$66 c, \$00 c, \$00 c, \$C3 c, \$00 c, \$00 c, \$C3 c, \$00 c,
 \$01 c, \$81 c, \$80 c, \$01 c, \$81 c, \$80 c, \$03 c, \$00 c, \$C0 c,
 \$07 c, \$FF c, \$E0 c, \$07 c, \$00 c, \$E0 c, \$07 c, \$FF c, \$E0 c,
 \$03 c, \$FF c, \$C0 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \ 3b: White bishop on black field
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$41 c, \$55 c, \$AA c, \$98 c, \$AA c,
 \$55 c, \$3C c, \$55 c, \$AA c, \$66 c, \$2A c, \$54 c, \$DB c, \$15 c,
 \$A9 c, \$BD c, \$AA c, \$55 c, \$BD c, \$95 c, \$A8 c, \$DB c, \$2A c,
 \$54 c, \$66 c, \$55 c, \$AA c, \$3C c, \$AA c, \$55 c, \$7E c, \$55 c,
 \$AA c, \$66 c, \$2A c, \$54 c, \$C3 c, \$55 c, \$A8 c, \$C3 c, \$2A c,
 \$55 c, \$81 c, \$95 c, \$A9 c, \$81 c, \$8A c, \$53 c, \$00 c, \$C5 c,
 \$A7 c, \$FF c, \$EA c, \$57 c, \$00 c, \$E5 c, \$A7 c, \$FF c, \$EA c,
 \$53 c, \$FF c, \$C5 c, \$A8 c, \$00 c, \$2A c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \ 4a: Black bishop on white field
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$18 c, \$00 c,
 \$00 c, \$3C c, \$00 c, \$00 c, \$7E c, \$00 c, \$00 c, \$E7 c, \$00 c,
 \$01 c, \$C3 c, \$80 c, \$01 c, \$C3 c, \$80 c, \$00 c, \$E7 c, \$00 c,
 \$00 c, \$7E c, \$00 c, \$00 c, \$3C c, \$00 c, \$00 c, \$7E c, \$00 c,
 \$00 c, \$7E c, \$00 c, \$00 c, \$DF c, \$00 c, \$00 c, \$DF c, \$00 c,
 \$01 c, \$DF c, \$80 c, \$01 c, \$FF c, \$80 c, \$03 c, \$FF c, \$C0 c,
 \$07 c, \$FF c, \$E0 c, \$07 c, \$3C c, \$E0 c, \$07 c, \$FF c, \$E0 c,
 \$03 c, \$FF c, \$C0 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \ 4b: Black bishop on black field
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$41 c, \$55 c, \$AA c, \$98 c, \$AA c,
 \$55 c, \$3C c, \$55 c, \$AA c, \$7E c, \$2A c, \$54 c, \$E7 c, \$15 c,
 \$A9 c, \$C3 c, \$AA c, \$55 c, \$C3 c, \$95 c, \$A8 c, \$E7 c, \$2A c,
 \$54 c, \$7E c, \$55 c, \$AA c, \$3C c, \$AA c, \$55 c, \$7E c, \$55 c,
 \$AA c, \$7E c, \$2A c, \$54 c, \$DF c, \$55 c, \$A8 c, \$DF c, \$2A c,
 \$55 c, \$DF c, \$95 c, \$A9 c, \$FF c, \$8A c, \$53 c, \$FF c, \$C5 c,
 \$A7 c, \$FF c, \$EA c, \$57 c, \$3C c, \$E5 c, \$A7 c, \$FF c, \$EA c,

\$53 c, \$FF c, \$C5 c, \$A8 c, \$00 c, \$2A c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \ 5a: White knight on white field
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$33 c, \$00 c, \$00 c, \$7F c, \$80 c,
 \$00 c, \$C0 c, \$00 c, \$01 c, \$B0 c, \$C0 c, \$03 c, \$30 c, \$C0 c,
 \$03 c, \$00 c, \$C0 c, \$06 c, \$00 c, \$C0 c, \$0C c, \$F0 c, \$C0 c,
 \$0D c, \$98 c, \$C0 c, \$07 c, \$30 c, \$E0 c, \$00 c, \$60 c, \$E0 c,
 \$00 c, \$C1 c, \$E0 c, \$01 c, \$81 c, \$E0 c, \$03 c, \$01 c, \$E0 c,
 \$07 c, \$FF c, \$E0 c, \$07 c, \$00 c, \$E0 c, \$07 c, \$FF c, \$E0 c,
 \$03 c, \$FF c, \$C0 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \ 5b: White knight on black field
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c,
 \$55 c, \$00 c, \$55 c, \$AA c, \$33 c, \$2A c, \$54 c, \$7F c, \$95 c,
 \$A8 c, \$C0 c, \$CA c, \$51 c, \$B0 c, \$D5 c, \$A3 c, \$30 c, \$CA c,
 \$53 c, \$00 c, \$D5 c, \$A6 c, \$00 c, \$CA c, \$4C c, \$F0 c, \$D5 c,
 \$AD c, \$98 c, \$CA c, \$47 c, \$30 c, \$E5 c, \$A0 c, \$60 c, \$EA c,
 \$54 c, \$C1 c, \$E5 c, \$A9 c, \$81 c, \$EA c, \$53 c, \$01 c, \$E5 c,
 \$A7 c, \$FF c, \$EA c, \$57 c, \$00 c, \$E5 c, \$A7 c, \$FF c, \$EA c,
 \$53 c, \$FF c, \$C5 c, \$A8 c, \$00 c, \$0A c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \ 6a: Black knight on white field
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$33 c, \$00 c, \$00 c, \$7F c, \$80 c,
 \$00 c, \$FF c, \$C0 c, \$01 c, \$CF c, \$C0 c, \$03 c, \$CF c, \$C0 c,
 \$03 c, \$FF c, \$C0 c, \$07 c, \$FF c, \$C0 c, \$0D c, \$FF c, \$C0 c,
 \$0F c, \$9F c, \$C0 c, \$07 c, \$3F c, \$E0 c, \$00 c, \$7F c, \$E0 c,
 \$00 c, \$FF c, \$E0 c, \$01 c, \$FF c, \$E0 c, \$03 c, \$FF c, \$E0 c,
 \$07 c, \$FF c, \$E0 c, \$07 c, \$3C c, \$E0 c, \$07 c, \$FF c, \$E0 c,
 \$03 c, \$FF c, \$C0 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \ 6b: White knight on black field
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c,
 \$55 c, \$00 c, \$55 c, \$AA c, \$33 c, \$2A c, \$54 c, \$7F c, \$95 c,
 \$A8 c, \$FF c, \$CA c, \$51 c, \$CF c, \$D5 c, \$A3 c, \$CF c, \$CA c,
 \$53 c, \$FF c, \$D5 c, \$A7 c, \$FF c, \$CA c, \$4D c, \$FF c, \$D5 c,
 \$AF c, \$9F c, \$CA c, \$47 c, \$3F c, \$E5 c, \$A0 c, \$7F c, \$EA c,
 \$54 c, \$FF c, \$E5 c, \$A9 c, \$FF c, \$EA c, \$53 c, \$FF c, \$E5 c,
 \$A7 c, \$FF c, \$EA c, \$57 c, \$3C c, \$E5 c, \$A7 c, \$FF c, \$EA c,
 \$53 c, \$FF c, \$C5 c, \$A8 c, \$00 c, \$0A c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \ 7a: White rook on white field
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$07 c, \$BD c, \$E0 c, \$04 c, \$A5 c, \$20 c,
 \$04 c, \$E7 c, \$20 c, \$04 c, \$00 c, \$20 c, \$07 c, \$FF c, \$E0 c,
 \$01 c, \$81 c, \$80 c, \$01 c, \$81 c, \$80 c, \$01 c, \$81 c, \$80 c,
 \$01 c, \$81 c, \$80 c, \$01 c, \$81 c, \$80 c, \$01 c, \$81 c, \$80 c,
 \$01 c, \$81 c, \$80 c, \$01 c, \$FF c, \$80 c, \$03 c, \$81 c, \$C0 c,
 \$07 c, \$FF c, \$E0 c, \$07 c, \$00 c, \$E0 c, \$07 c, \$FF c, \$E0 c,
 \$03 c, \$FF c, \$C0 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \ 7a: White rook on black field
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c,
 \$50 c, \$00 c, \$05 c, \$A7 c, \$BD c, \$EA c, \$54 c, \$A5 c, \$25 c,
 \$A4 c, \$E7 c, \$2A c, \$54 c, \$00 c, \$25 c, \$A7 c, \$FF c, \$EA c,
 \$51 c, \$81 c, \$95 c, \$A9 c, \$81 c, \$AA c, \$51 c, \$81 c, \$95 c,
 \$A9 c, \$81 c, \$AA c, \$51 c, \$81 c, \$95 c, \$A9 c, \$81 c, \$AA c,
 \$51 c, \$81 c, \$95 c, \$A9 c, \$FF c, \$8A c, \$53 c, \$81 c, \$C5 c,
 \$A7 c, \$FF c, \$EA c, \$57 c, \$00 c, \$E5 c, \$A7 c, \$FF c, \$EA c,
 \$53 c, \$FF c, \$C5 c, \$A8 c, \$00 c, \$0A c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \ 8a: Black rook on white field
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$07 c, \$BD c, \$E0 c, \$05 c, \$AD c, \$60 c,
 \$07 c, \$FF c, \$E0 c, \$07 c, \$FF c, \$E0 c, \$07 c, \$FF c, \$E0 c,
 \$01 c, \$9F c, \$80 c, \$01 c, \$9F c, \$80 c, \$01 c, \$9F c, \$80 c,
 \$01 c, \$9F c, \$80 c, \$01 c, \$9F c, \$80 c, \$01 c, \$9F c, \$80 c,
 \$01 c, \$9F c, \$80 c, \$01 c, \$FF c, \$80 c, \$03 c, \$99 c, \$C0 c,
 \$07 c, \$FF c, \$E0 c, \$07 c, \$3C c, \$E0 c, \$07 c, \$FF c, \$E0 c,
 \$03 c, \$FF c, \$C0 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c,
 \ 8a: Black rook on black field
 \$AA c, \$AA c, \$AA c, \$55 c, \$55 c, \$55 c, \$AA c, \$AA c, \$AA c,
 \$50 c, \$00 c, \$05 c, \$A7 c, \$BD c, \$EA c, \$55 c, \$AD c, \$65 c,
 \$A7 c, \$FF c, \$EA c, \$57 c, \$FF c, \$E5 c, \$A7 c, \$FF c, \$EA c,
 \$51 c, \$9F c, \$95 c, \$A9 c, \$9F c, \$AA c, \$51 c, \$9F c, \$95 c,
 \$A9 c, \$9F c, \$AA c, \$51 c, \$9F c, \$95 c, \$A9 c, \$9F c, \$AA c,
 \$51 c, \$9F c, \$95 c, \$A9 c, \$FF c, \$8A c, \$53 c, \$99 c, \$C5 c,
 \$A7 c, \$FF c, \$EA c, \$57 c, \$3C c, \$E5 c, \$A7 c, \$FF c, \$EA c,
 \$53 c, \$FF c, \$C5 c, \$A8 c, \$00 c, \$0A c, \$55 c, \$55 c, \$55 c,
 \ 9a: White queen on white field
 \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$00 c, \$18 c, \$00 c,
 \$00 c, \$24 c, \$00 c, \$01 c, \$A5 c, \$80 c, \$02 c, \$5A c, \$40 c,
 \$1A c, \$5A c, \$58 c, \$25 c, \$99 c, \$A4 c, \$25 c, \$99 c, \$A4 c,
 \$19 c, \$99 c, \$98 c, \$0C c, \$DB c, \$30 c, \$0C c, \$DB c, \$30 c,

```

$06 c, $DB c, $60 c, $06 c, $DB c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c,
$06 c, $00 c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c, $06 c, $00 c, $60 c,
$07 c, $FF c, $E0 c, $06 c, $00 c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c,
$03 c, $FF c, $C0 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
\ 9b: White queen on black field
$AA c, $AA c, $AA c, $55 c, $41 c, $55 c, $AA c, $98 c, $AA c,
$54 c, $24 c, $15 c, $A9 c, $A5 c, $8A c, $42 c, $5A c, $41 c,
$9A c, $5A c, $5A c, $25 c, $99 c, $A5 c, $A5 c, $99 c, $A4 c,
$19 c, $99 c, $99 c, $8C c, $DB c, $32 c, $4C c, $DB c, $35 c,
$A6 c, $DB c, $62 c, $56 c, $DB c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c,
$56 c, $00 c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c, $56 c, $00 c, $65 c,
$A7 c, $FF c, $EA c, $56 c, $00 c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c,
$53 c, $FF c, $C5 c, $A8 c, $00 c, $0A c, $55 c, $55 c, $55 c,
\ 10a: Black queen on white field
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $18 c, $00 c,
$00 c, $2C c, $00 c, $01 c, $BD c, $80 c, $02 c, $DA c, $C0 c,
$1B c, $DB c, $D8 c, $2D c, $99 c, $AC c, $3D c, $99 c, $BC c,
$19 c, $99 c, $98 c, $0C c, $DB c, $30 c, $0C c, $DB c, $30 c,
$06 c, $DB c, $60 c, $06 c, $DB c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c,
$06 c, $7E c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c, $06 c, $7E c, $60 c,
$07 c, $FF c, $E0 c, $06 c, $06 c, $7E c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c,
$03 c, $FF c, $C0 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
\ 10b: Black queen on black field
$AA c, $AA c, $AA c, $55 c, $41 c, $55 c, $AA c, $98 c, $AA c,
$54 c, $2C c, $15 c, $A9 c, $BD c, $8A c, $42 c, $DA c, $C1 c,
$9B c, $DB c, $DA c, $2D c, $99 c, $AD c, $BD c, $99 c, $BC c,
$19 c, $99 c, $99 c, $8C c, $DB c, $32 c, $4C c, $DB c, $35 c,
$A6 c, $DB c, $62 c, $56 c, $DB c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c,
$56 c, $7E c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c, $56 c, $7E c, $65 c,
$A7 c, $FF c, $EA c, $56 c, $7E c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c,
$53 c, $FF c, $C5 c, $A8 c, $00 c, $0A c, $55 c, $55 c, $55 c,
\ 11a: White king on white field
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $18 c, $00 c,
$00 c, $18 c, $00 c, $00 c, $66 c, $00 c, $00 c, $66 c, $00 c,
$00 c, $18 c, $00 c, $03 c, $18 c, $C0 c, $07 c, $99 c, $E0 c,
$0C c, $FF c, $30 c, $0C c, $C3 c, $30 c, $0C c, $66 c, $30 c,
$06 c, $3C c, $60 c, $03 c, $00 c, $C0 c, $07 c, $FF c, $E0 c,
$06 c, $00 c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c, $06 c, $00 c, $60 c,
$07 c, $FF c, $E0 c, $06 c, $00 c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c,
$03 c, $FF c, $C0 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
\ 11b: White King on black field
$AA c, $AA c, $AA c, $55 c, $41 c, $55 c, $AA c, $98 c, $AA c,
$55 c, $18 c, $55 c, $AA c, $66 c, $2A c, $54 c, $66 c, $15 c,
$A8 c, $18 c, $0A c, $53 c, $18 c, $C5 c, $A7 c, $99 c, $E2 c,
$4C c, $FF c, $35 c, $AC c, $C3 c, $32 c, $4C c, $66 c, $35 c,
$A6 c, $3C c, $62 c, $53 c, $00 c, $C5 c, $A7 c, $FF c, $EA c,
$46 c, $00 c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c, $56 c, $00 c, $65 c,
$A7 c, $FF c, $EA c, $56 c, $00 c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c,
$53 c, $FF c, $C5 c, $A8 c, $00 c, $0A c, $55 c, $55 c, $55 c,
\ 12a: Black king on white field
$00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $18 c, $00 c,
$00 c, $18 c, $00 c, $00 c, $7E c, $00 c, $00 c, $7E c, $00 c,
$00 c, $18 c, $00 c, $03 c, $18 c, $C0 c, $07 c, $99 c, $E0 c,
$0F c, $FF c, $F0 c, $0C c, $DB c, $30 c, $0F c, $E7 c, $F0 c,
$07 c, $FF c, $E0 c, $03 c, $FF c, $C0 c, $07 c, $FF c, $E0 c,
$06 c, $7E c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c, $06 c, $7E c, $60 c,
$07 c, $FF c, $E0 c, $06 c, $7E c, $60 c, $07 c, $FF c, $E0 c,
$03 c, $FF c, $C0 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c, $00 c,
\ 12b: Black King on black field
$AA c, $AA c, $AA c, $55 c, $41 c, $55 c, $AA c, $98 c, $AA c,
$55 c, $18 c, $55 c, $AA c, $66 c, $2A c, $54 c, $66 c, $15 c,
$A8 c, $18 c, $0A c, $53 c, $18 c, $C5 c, $A7 c, $99 c, $E2 c,
$4F c, $FF c, $F5 c, $AC c, $DB c, $32 c, $4F c, $E7 c, $F5 c,
$A7 c, $FF c, $E2 c, $53 c, $FF c, $C5 c, $A7 c, $FF c, $EA c,
$46 c, $7E c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c, $56 c, $7E c, $65 c,
$A7 c, $FF c, $EA c, $56 c, $7E c, $65 c, $A7 c, $FF c, $EA c,
$53 c, $FF c, $C5 c, $A8 c, $00 c, $0A c, $55 c, $55 c, $55 c,
\ -----
\ Fields and variables
\ -----
\ Save chessmoves in an array
200 constant #maxmoves \ actual maximum 200 moves
variable chessmoves \ actual move position
variable maxmoves \ maximum moves logged
create movelist ( old pos; figure; new pos; replaced figur )
#maxmoves 4 * allot
variable fromfield \ flag for moving: -1: new; 0-63: first position

```

```

\ Chess start board
create startboard
  7 c, 5 c, 3 c, 9 c, 11 c, 3 c, 5 c, 7 c,
  1 c, 1 c, 1 c, 1 c, 1 c, 1 c, 1 c, 1 c,
  0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c,
  0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c,
  0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c,
  0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c,
  2 c, 2 c, 2 c, 2 c, 2 c, 2 c, 2 c, 2 c,
  8 c, 6 c, 4 c, 10 c, 12 c, 4 c, 6 c, 8 c,

\ Actual displayed board
create dispboard
  7 c, 5 c, 3 c, 9 c, 11 c, 3 c, 5 c, 7 c,
  1 c, 1 c, 1 c, 1 c, 1 c, 1 c, 1 c, 1 c,
  0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c,
  0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c,
  0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c, 0 c,
  2 c, 2 c, 2 c, 2 c, 2 c, 2 c, 2 c, 2 c,
  8 c, 6 c, 4 c, 10 c, 12 c, 4 c, 6 c, 8 c,

\ -----
\ Draw board (0 = a1 left bottom is black)
\ -----
: drawfield ( field figure -- ) \ draw one field
2* >r dup dup 3 rshift + 1 and 0= if r> 1 + >r then \ Figure+color
63 over - 3 rshift 768 *
swap 7 and 3 * + lcd-vram + \ LCD address
r> 72 * icons + \ icon Address
24 0 do
  3 0 do dup >r c@ over c! 1 + r> 1 + loop
  >r 29 + r>
loop
drop drop ;

: pos. ( field -- ) \ print a1..h8
dup 7 and $61 + lcd-emit
3 rshift $31 + lcd-emit ;

: drawboard ( -- )
lcd-cls
64 0 do i i dispboard + c@ drawfield loop
fieldsize 8 * 0 lcd-move-to
fieldsize 8 * dup lcd-line-to
0 fieldsize 8 * lcd-line-to
25 0 lcd-at-xy s" Chess" lcd-type
25 1 lcd-at-xy chessmoves @ 0 <# # # # # # # # > lcd-type
25 2 chessmoves @ dup dup 13 min - \ last 10 moves
?do over over lcd-at-xy 1 +
i 4 * movelist + dup c@ pos. s" -" lcd-type 2 + c@ pos.
loop drop drop
9 lcd-text-rows 1- lcd-at-xy s" Back Again Exit" lcd-type ;

\ -----
\ Main program with move handling
\ -----
: allowfrom? ( field -- field -1 | 0 ) \ check from
dup dispboard + c@ \ field figure
?dup 0= if drop 0 exit then \ no empty field
chessmoves @ xor 1 and \ right color ?
if -1 else drop 0 then ;

: allowto? ( field -- field -1 | 0 ) \ check to
fromfield @ over = if drop 0 exit then \ same field not allowed
dup dispboard + c@ ?dup 0= if -1 exit then \ empty field allowed
chessmoves @ xor 1 and \ right color ?
if drop 0 else -1 then ;

: -move ( -- ) \ backward one move
chessmoves @ ?dup
if 1 - dup chessmoves ! 4 * movelist + \ movelist
dup 1 + c@ over c@ dispboard + c! \ back to old position
2 + dup 1 + c@ swap c@ dispboard + c! \ restore field
drawboard
then ;

```



```
: +move ( -- ) \ forward one move
chessmoves @ dup maxmoves @ <
if dup 1 + chessmoves ! 4 * movelist + \ movelist
    0 over c@ dispboard + c! \ remove from old position
    dup 1 + c@ swap 2 + c@ dispboard + c! \ set to new field
    drawboard
else drop
then ;

: setmove ( from to -- ) \ save move
chessmoves @ dup #maxmoves <
if dup 1 + dup chessmoves ! maxmoves !
    4 * movelist + >r
    over r@ c! \ old position
    swap dispboard + dup c@ dup r@ 1 + c! \ figure
    >r 0 swap c! r> \ empty old position
    over r@ 2 + c! \ new position
    swap dispboard + dup c@ r> 3 + c! \ replaced figure
    c! \ figure to new position
    drawboard
else drop drop
then ;

: newmove ( -- ) \ with highlight of first field
ctp-pos ctp-flush
dup fieldsize 8 * 0 within over fieldsize 8 * 0 within or
if drop drop exit then
fieldsize / 7 swap - 8 * swap fieldsize / +
fromfield @ -1 =
if allowfrom? 0= if exit then \ ignore wrong figure/field
    dup fromfield ! \ save position
    dup 7 and fieldsize * \ x*size
    swap 3 rshift 7 swap - fieldsize * \ y*size
    over over lcd-move-to
    over over fieldsize + 1- lcd-line-to
    over fieldsize + 1- over fieldsize + 1- lcd-line-to
    over fieldsize + 1- over lcd-line-to
    lcd-line-to
else allowto? if fromfield @ swap setmove -1 fromfield ! then
then ;

: chess ( -- )
startboard dispboard 64 cmove
0 chessmoves ! 0 maxmoves !
drawboard
button-flush ctp-flush -1 fromfield !
begin
    wait-for-event
    button? if button button-flush -1 fromfield !
        dup button-right = if drop exit then
        dup button-left = if -move then
        button-centre = if +move then
    then
    ctp-pos? if newmove then
again ;

\ -----
base !
```