

ABSCHNITT 3: SPIELPROGRAMME

18. MONDLANDUNG

Stellen Sie sich einmal die Schwierigkeiten bei der Aufgabe vor, eine Rakete mittels geschicktem Zünden der Bremstriebwerke weich auf der Mondoberfläche zu landen, wobei der Treibstoffvorrat eng begrenzt ist. Zu Beginn des Manövers fällt der Flugkörper im freien Fall auf den Mond zu. Jetzt müssen zum Abbremsen der Fallgeschwindigkeit die auf die Mondoberfläche gerichteten Triebwerke gezündet werden; geschieht dies aber zu früh oder über eine zu lange Zeit, dauert der Abstieg wegen inzwischen zu geringer Sinkgeschwindigkeit zu lange und es besteht die Gefahr, daß noch vor Erreichen der Landefläche der Treibstoff ausgeht. Dann bleibt der Besatzung nur noch das Warten auf den Aufschlag! Das Problem ist also, die kurzen Bremsstöße so zu verteilen, daß die Mondoberfläche mit Sinkgeschwindigkeit Null erreicht wird, bevor der Treibstoff zur Neige geht.

Das Spiel beginnt damit, daß sich die Rakete mit einer Geschwindigkeit von 50 Fuß/Sekunde und in einer Höhe von 500 Fuß im freien Fall befindet. Geschwindigkeit und Höhe über Grund werden in einer kombinierten Anzeige als -50.0500 dargestellt; die Höhe steht rechts vom Dezimalpunkt und die Geschwindigkeit auf der linken Seite. Das Minuszeichen deutet an, daß die Geschwindigkeit auf den Mond zu gerichtet ist. Wird eine Geschwindigkeit ohne Nachkommaanteil angezeigt (z. B. -15.), so besagt dies, daß Sie mit einer solchen Geschwindigkeit auf dem Mond aufgeschlagen sind (hier also mit 15 ft/s). In diesem Fall haben Sie also das Spiel verloren; unter realen Umständen wären die Konsequenzen wohl weit unangenehmer.

Sie haben zu Beginn des Spiels 120 Gallonen Treibstoff zur Verfügung. Davon können Sie in jeder Phase Ihres Abstiegs soviel oder so wenig verbrauchen, wie Sie möchten; dabei ist es durchaus üblich, daß auch einmal gar kein Bremsstoß veranlaßt wird. Ein Impuls von 5 Gallonen gleicht jeweils gerade die Gravitation (Anziehungskraft) aus und bewirkt, daß die Geschwindigkeit gleich bleibt. Jede Menge über 5 Gallonen bewirkt eine Änderung der Geschwindigkeit «nach oben». Sie müssen aufpassen, daß Sie nicht mehr Treibstoff verbrauchen wollen, als Sie noch besitzen; dann findet überhaupt kein Bremsstoß statt und Sie fallen den Rest der Strecke im freien Fall auf den Mond zu. Die zuletzt angezeigte Geschwindigkeit ist die Aufprallgeschwindigkeit, die in der Regel recht hoch liegt. Der noch verbleibende Treibstoffvorrat kann jederzeit aus Register R₂ abgerufen werden.

Gleichungen:

Wir wollen hier nicht zu wissenschaftlich werden, weil das sonst sicherlich den Spaß am Spiel verderben würde; seien Sie aber sicher, daß das Spiel auf soliden Grundlagen der Newton'schen Mechanik aufbaut:

$$x = x_0 + v_0t + at^2/2 \quad v = v_0 + at \quad v^2 = v_0^2 + 2ax$$

wobei x , v , a und t die Abkürzungen für Wegstrecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Zeit sind.

Anmerkungen:

1. Wenn Sie aufschlagen (pardon!), bevor der Treibstoff zur Neige gegangen ist, ist die angezeigte Geschwindigkeit diejenige vor dem letzten Bremsstoß.
2. Für den jeweiligen Bremsschubstoß darf immer nur eine ganzzahlige Anzahl Gallonen Treibstoff verwendet werden; die Eingabe nicht ganzzahliger Werte bewirkt Fehler in der Anzeige V.X.

Anmerkungen zum Programm:

Eine interessante Eigenschaft dieses Programms ist die kombinierte Anzeige von V und X (z. B. -50.0500). Dies wird erreicht, indem V und X zuerst in ihrer normalen Form gespeichert werden (z. B. -50.00, 500.00); dann wird X durch 10^4 (10000) dividiert, bevor beide Zahlen (durch Addition oder Subtraktion) kombiniert werden. Interessant ist auch die Frage des Vorzeichens von V, und ob $(X/10^4)$ addiert oder subtrahiert werden soll. Wenn $V = -50$ und $X = 500$, müssen wir subtrahieren, um als Anzeige -50.0500 zu erhalten; ist dagegen $V = 10$ und $X = 50$ sind beide Zahlen zu addieren, damit man 10.0050 erhält. Wenn Sie sich die Programmzeilen 2 bis 12 ansehen, können Sie erkennen, wie dieses Problem mit Hilfe der Absolutwert-Funktion ($\boxed{9}$ ABS) gelöst wurde.

NR.	ANWEISUNG	WERTE	TASTEN				ANZEIGE
1	Programm eintasten						
2	Programm starten	X	500	STO	0		500.00
		V	50	CHS	STO	1	-50.00
		Treibstoff	120	STO	2		120.00
3	Erste Anzeige V.X		f	PRGM	R/S		-50.0500
4	Geben Sie Bremsstoß ein und berechnen Sie neue Geschwindigkeit und Höhe	Bremsstoß	R/S				V.X
5	Wiederholen Sie 4 bis zur Landung oder zum Aufschlag.						
6	Zur Anzeige des noch verbleibenden Treibstoffs.		RCL	2			Treibstoff
7	Zur Anzeige des letzten Wertes V.X		f	PRGM	R/S		V.X
8	Für ein neues Spiel, gehen Sie nach 2.						

Beispiel:

500 **STO** **0** 50 **CHS** **STO** **1** 120 **STO** **2**

f **PRGM** **R/S** → -50.0500

0 **R/S** → -55.0448

5 **R/S** → -55.0393

(Beachten Sie die konstante Geschwindigkeit bei Bremsstößen von 5 Gal.)

30 **R/S** → -30.0350

0 **R/S** → -35.0318

0 **R/S** → -40.0280

0 **R/S** → -45.0238

0 **R/S** → -50.0190

RCL **2** → 85.0000

(verbleibender Treibstoff)

f **PRGM** **R/S** → -50.0190

(wieder Anzeige von V.X)

10 **R/S** → -45.0143

0 **R/S** → -50.0095

RCL **2** → 75.0000

10 **R/S** → -45.0048

25 **R/S** → -25.0013

20 **R/S** → -25.

Im Gegensatz zum «Ernstfall» haben Sie jetzt einen weiteren Versuch frei.

LUNAR LANDER

Jim
Butterfield

Description -

The program starts at 0200. When started, you will find yourself at 4500 feet and falling. The thrust on your machine is set to low; so you'll pick up speed due to the force of gravity.

You can look at your fuel at any time by pressing the "F" button. Your fuel (initially 800 pounds) will be shown in the first four digits of the KIM display.

The last two digits of the KIM display always show your rate of descent or ascent.

Set your thrust by pressing buttons 1 through 9. Warning: button 0 turns your motor off, and it will not reignite! A thrust of 1, minimum, burns very little fuel; but gravity will be pulling your craft down faster and faster. A thrust of 9, maximum, overcomes gravity and reduces your rate of descent very sharply. A thrust of 5 exactly counterbalances gravity; you will continue to descend (or ascend) at a constant rate. If you run out of fuel, your thrust controls will become inoperative.

A safe landing is considered to be one where you land at a descent rate of 5 or less. After you land, your thrust controls will be inoperative, since the motor is automatically turned off; but you can still press "F" to look at your fuel. Pressing "GO" starts a new flight.

Suggestions for a safe flight:

- (1) Conserve fuel at the beginning by pressing 1. You will begin to pick up speed downwards.
- (2) When your rate of descent gets up to the 90's, you're falling fast enough. Press 5 to steady the rate.
- (3) When your altitude reaches about 1500 feet, you'll need to slow down. Press 9 and slow down fast.
- (4) When your rate of descent has dropped to 15 to 20, steady the craft by pressing 5 or 6. Now you're on your own.
- (5) After viewing fuel, return to altitude display by pressing button A.

```
                ; main routine - initialization
0200 A2 0D      GO      LDX #13  fourteen bytes
0202 BD CC 02 LP1    LDA INIT,X
0205 95 D5              STA ALT,X
0207 CA              DEX
0208 10 F3            BPL LP1

                ; update height & velocity
020A A2 05      CALC   LDX #5
020C A0 01      RECAL  LDY #1
020E F3              SED
020F 13              CLC
```

```

0210 B5 D5      DIGIT  LDA ALT,X
0212 75 D7      ADC ALT+2,X  add each digit
0214 95 D5      STA ALT,X
0216 CA         DEX
0217 33         DEY
0218 10 F6      BPL DIGIT    next digit
021A B5 D3      LDA ALT+3,X  hi-order .. zero..
021C 10 02      BPL INCR    .. or ..
021E A9 99      LDA #$99
0220 75 D5      INCR   ADC ALT,X
0222 95 D5      STA ALT,X
0224 CA         DEX
0225 10 E5      BPL RECAL  do next addition
0227 A5 D5      LDA ALT
0229 10 0D      BPL UP    still flying?
022B A9 00      LDA #0    nope, turn off
022D 35 E2      STA DOWN
022F A2 02      LDX #2
0231 95 D5      DD       STA ALT,X
0233 95 DB      STA TH2,X
0235 CA         DEX
0236 10 F9      BPL DD
0238 33         UP      SEC      update fuel
0239 A5 E0      LDA FUEL+2
023B E5 DD      SBC THRUST
023D 35 E0      STA FUEL+2
023F A2 01      LDX #1    two more digits to go
0241 B5 DE      LP2     LDA FUEL,X
0243 E9 00      SBC #0
0245 95 DE      STA FUEL,X
0247 CA         DEX
0248 10 F7      BPL LP2
024A B0 0C      BCS TANK  still got fuel?
024C A9 00      LDA #0    nope, kill motor
024E A2 03      LDX #3
0250 95 DD      LP3     STA THRUST,X
0252 CA         DEX
0253 10 FB      BPL LP3
; show alt, fuel, or messages
0255 20 BD 02   JSR THRSET
0258 A5 DE      TANK    LDA FUEL  fuel into regstrs
025A A6 DF      LDX FUEL+1
025C 09 F0      ORA #$F0  plus F flag
025E A4 E1      LDY MODE
0260 F0 20      BEQ ST
0262 F0 9C      GOLINK  BEQ GO
0264 F0 A4      CLINK   BEQ CALC
0266 A2 FE      LDX #$FE
0268 A0 5A      LDY #$5A
026A 13         CLC
026B A5 D9      LDA VEL+1
026D 69 05      ADC #5
026F A5 D3      LDA VEL
0271 69 00      ADC #0

```

```

0273 B0 04          BCS GOOD
0275 A2 AD          LDX #$AD
0277 A0 DE          LDY #$DE
0279 98            GOOD TYA
027A A4 E2          LDY DOWN
027C F0 04          BEQ ST
027E A5 D5          LDA ALT
0280 A6 D6          LDX ALT+1
0282 85 FB          ST   STA POINTH
0284 86 FA          STX POINTL
; show rate of ascent/descent as absolute
0286 A5 D9          LDA VEL+1
0288 A6 D8          LDX VEL      up or down?
028A 10 05          BPL FLY      ..up, we're OK
028C 38            SEC
028D A9 00          LDA #0
028F E5 D9          SBC VEL+1
0291 85 F9          FLY  STA INH
0293 A9 02          LDA #2      loop twice thru display
0295 85 E3          STA DECK
0297 D8            FLITE CLD      display & key test
0298 20 1F 1F      JSR SCANDS  light 'em up
029B 20 6A 1F      JSR GETKEY  check keys
029E C9 13          CMP #$13    GO key?
02A0 F0 C0          BEQ GOLINK  ..yes
02A2 B0 03          BCS NOKEY  ..if no key
02A4 20 AD 02      JSR DOKEY
02A7 C6 E3          NOKEY DEC DECK
02A9 D0 ED          BNE FLITE
02AB F0 B7          BEQ CLINK  to CALC
; subroutine to test keys
02AD C9 0A          DOKEY CMP #$0A  test numeric
02AF 90 05          BCC NUMBER
02B1 49 0F          EOR #$0F  Fuel F gives 0 flag
02B3 85 E1          STA MODE
02B5 60            RETRN RTS
02B6 AA            NUMBER TAX
02B7 A5 DD          LDA THRUST  test; is motor off?
02B9 F0 FA          BEQ RETRN  yes, ignore key
02BB 86 DD          STX THRUST  no, set thrust
02BD                ;calculate accel as thrust minus 5
02BD A5 DD          THRSET LDA THRUST
02BF 38            SEC
02C0 F8            SED
02C1 E9 05          SBC #5
02C3 85 DC          STA TH2+1
02C5 A9 00          LDA #0
02C7 E9 00          SBC #0
02C9 85 DB          STA TH2
02CB 60            RTS
; initial values
02CC 45 01 00      INIT  .BYTE $45,1,0  altitude
02CF 99 81 00      .BYTE $99,$81,0  rate of ascent

```

```

02D2 99 97          .BYTE $99,$97    acceleration
02D4 02             .BYTE 2          thrust
02D5 08 00 00       .BYTE 8,0,0        fuel
02D8 01             .BYTE 1          display mode
02D9 01             .BYTE 1          in flight/landed

```

; end

```

00D5      ALT      **+3
00D8      VEL      **+3
00DB      TH2      **+2
00DD      THRUST   **+1
00DE      FUEL     **+3
00E1      MODE     **+1
00E2      DOWN     **+1
00E3      DECK     **+1
          ; linkages to KIM monitor
          SCANDS  =$1F1F
          GETKEY  =$1F6A
          POINTH  =$FB
          POINTL  =$FA
          INH     =$F9

```

***** Hex Dump - Lunar Lander *****

```

0200 A2 0D BD CC 02 95 D5 CA 10 F8 A2 05 A0 01 F8 18
0210 B5 D5 75 D7 95 D5 CA 88 10 F6 B5 D8 10 02 A9 99
0220 75 D5 95 D5 CA 10 E5 A5 D5 10 0D A9 00 85 E2 A2
0230 02 95 D5 95 DB CA 10 F9 38 A5 E0 E5 DD 85 E0 A2
0240 01 B5 DE E9 00 95 DE CA 10 F7 B0 0C A9 00 A2 03
0250 95 DD CA 10 FB 20 BD 02 A5 DE A6 DF 09 F0 A4 E1
0260 F0 20 F0 9C F0 A4 A2 FE A0 5A 18 A5 D9 69 05 A5
0270 D8 69 00 B0 04 A2 AD A0 DE 98 A4 E2 F0 04 A5 D5
0280 A6 D6 85 FB 86 FA A5 D9 A6 D8 10 05 38 A9 00 E5
0290 D9 85 F9 A9 02 85 E3 D8 20 1F 1F 20 6A 1F C9 13
02A0 F0 C0 B0 03 20 AD 02 C6 E3 D0 ED F0 B7 C9 0A 90
02B0 05 49 0F 85 E1 60 AA A5 DD F0 FA 86 DD A5 DD 38
02C0 F8 E9 05 85 DC A9 00 E9 00 85 DB 60 45 01 00 99
02D0 81 00 99 97 02 08 00 00 01 01

```

ACKNOWLEDGEMENTS: Ted Beach suggested the addition of the F flag when displaying fuel. Chuck Eaton spotted the cause of an erratic bug in the original keyboard input subroutine. Thanks to both.