Burroughs Mystic Number Machine

Andries de Man

The Henry Ford

In de verzameling van The Henry Ford [1] bevindt zich een unieke optelmachine van Burroughs. Zie figuur 1.

Fig. 1. Burroughs Mystic Number Machine (The Henry Ford).

Deze machine met drukwerk heeft maar 8 toetsen: een *Memory Bar*, een *Magic Key* en 6 toetsen, iedere met een vreemd symbool. Volgens de handleiding die op de machine staat werkt hij zo:

- Kies een willekeurig nummer van 1 tot 60.
- Lokaliseer de Magische Vierkanten waarin je nummer verschijnt.
- Op elk vierkant staat een Mystiek Symbool.
- Zoek dit symbool op het toetsenbord van de Mystic Number Machine, en druk op die toets.
- Druk vervolgens op de Memory Bar.
- Herhaal deze procedure - eerst het juiste Mystieke Symbool en dan de Memory Bar - totdat u alle toetsen hebt ingedrukt voor de vierkanten waarin uw nummer verschijnt.
- Druk vervolgens op de Magic Key.
- De machine drukt het nummer af dat u in gedachten heeft.
- (Als u een verkeerde symbooltoets indrukt, drukt u op de Magic Key en begint u opnieuw).

The Henry Ford meldt dat de machine rond 1950 gemaakt is als one-off door een medewerker van Burroughs. Een machine met dezelfde eigenschappen wordt beschreven in de catalogus van de World Fair in Chicago uit 1933-1934. Zie referentie [2]. De gebruiksaanwijzing doet me denken aan de goocheldoos die ik als kind had, waarin ook een set met kaarten voorkwam waarmee je een getal kon raden dat iemand uit het publiek in gedachten had genomen.

Die kaarten zagen er zo uit:

1	3	5	7
9	11	13	15
17	19	21	23
25	27	29	31
33	35	37	39
41	43	45	47
49	51	53	55
57	59	61	63

2	3	6	7
10	11	14	15
18	19	22	23
26	27	30	31
34	35	38	39
42	43	46	47
50	51	54	55
58	59	62	63

4	5	6	7
12	13	14	15
20	21	22	23
28	29	30	31
36	37	38	39
44	45	46	47
52	53	54	55
60	61	62	63

8	9	10	11
12	13	14	15
24	25	26	27
28	29	30	31
40	41	42	43
44	45	46	47
56	57	58	59
60	61	62	63

16	17	18	19
20	21	22	23
24	25	26	27
28	29	30	31
48	49	50	51
52	53	54	55
56	57	58	59
60	61	62	63

32	33	34	35
36	37	38	39
40	41	42	43
44	45	46	47
48	49	50	51
52	53	54	55
56	57	58	59
60	61	62	63

Fig. 2. Kaarten uit een goocheldoos.

De truc is simpel te doorzien als je binair rekent: op elke kaart staan de getallen die een bepaalde bit gemeen hebben. Welke bit dat is zie je aan het eerste getal op de kaart. Door de eerste getallen (1, 2, 4, 8, 16, 32) op te tellen van de kaarten waarop het te raden getal voorkomt *raad* je dat getal. Maar de goocheldooskaarten zijn geen magische vierkanten, ze zijn zelfs niet vierkant.

Magische vierkanten

The Henry Ford bezit niet de Magische Vierkanten die in de handleiding genoemd worden. Waarschijnlijk waren ze een deel van de stand waarin de machine stond. Hoe kunnen die magische vierkanten er uit hebben gezien? Daarvoor proberen we de goocheldooskaarten met 32 getallen op te splitsen in twee kaarten met 4 × 4 = 16 cijfers. Op de helft van die kaarten komt het op-te-tellen getal (1, 2, 4, 8, 16, 32) niet voor, maar dat is niet erg: de kaarten worden gemerkt met het Mystieke Symbool dat correspondeert met dat getal. De opsplitsing moet zo uitgevoerd worden dat er twee magische vierkanten ontstaan: vierkanten gevuld met unieke getallen die per rij, kolom of diagonaal dezelfde som opleveren.

Een eenvoudige manier om magische vierkanten te maken is beschreven in de 18e eeuw door Leonhard Euler, maar is eigenlijk al veel ouder. Zie referentie [3]. Kies vier verschillende getallen a, b, c, d en vier verschillende getallen α, β, γ en δ.

Zet de a, b, c, d in een vierkant zodanig dat elke rij, kolom en diagonaal een bepaalde letter maar één keer bevat. Doe dat ook met α, β, γ en δ en tel die twee vierkanten op.

De som van elke rij, kolom of diagonaal in het resulterende vierkant is a + b + c + d + α + β + γ + δ. Er is geen garantie dat de getallen in het resulterende vierkant allemaal verschillend zijn. Daarvoor moeten extra eisen aan a, b, c, d en α, β, γ, δ gesteld worden.

a	b	c	d
d	c	b	a
b	a	d	c
c	d	a	b

+

α	β	γ	δ
γ	δ	α	β
δ	γ	β	α
β	α	δ	γ

=

a+α	b+β	c+γ	d+δ
d+γ	c+δ	b+α	a+β
b+δ	a+γ	d+β	c+α
c+β	d+α	a+δ	b+γ

Fig. 3. Constructie van magisch vierkant volgens Euler.

Voor de opsplitsing van de goocheldooskaarten in Magische Vierkanten voor de Mystic Number Machine kunnen we deze methode gebruiken. Het is handig om hier ook weer een binaire representatie van de getallen te gebruiken.

Voorbeeld

Als voorbeeld construeren we de twee kaarten voor Mystiek Getal 1, dus waar het least significant bit 2^0 gelijk is aan 1. Voor a, b, c en d gebruiken we getallen met 2^0 is 1 en alle mogelijke waarden voor bits 2^1 en 2^2, dus 1, 3, 5 en 7. Voor α, β, γ en δ gebruiken we getallen met 2^0 is 0 en alle mogelijke waarden voor bits 2^3 en 2^4, dus 0, 8, 16 en 24.

In het uiteindelijke vierkant worden de getallen a, b, c en d nooit bij elkaar opgeteld, dus voor de getallen in het uiteindelijke vierkant geldt bit 2^0 is 1. Omdat ook α, β, γ en δ niet bij elkaar worden opgeteld, vindt er geen *tweetallen-overdracht* plaats tijdens de constructie van het uiteindelijke vierkant en zijn de getallen in dat vierkant uniek. Het uiteindelijke vierkant is dus een echt, normaal, magisch vierkant.

<table>
<tr><td colspan="2">Mystiek Getal 1 Kaart 1</td></tr>
<tr><td>a = 000001 = 1
b = 000011 = 3
c = 000101 = 5
d = 000111 = 7
α = 000000 = 0
β = 001000 = 8
γ = 010000 = 16
δ = 011000 = 24</td>
<td>♦
<table>
<tr><td>1</td><td>11</td><td>21</td><td>31</td></tr>
<tr><td>29</td><td>23</td><td>9</td><td>3</td></tr>
<tr><td>15</td><td>5</td><td>27</td><td>17</td></tr>
<tr><td>19</td><td>25</td><td>7</td><td>13</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Fig. 4. De eerste kaart.

Mystiek Getal 1 Kaart 2

a = 000001 = 1
b = 000011 = 3
c = 000101 = 5
d = 000111 = 7
α = 100000 = 32
β = 101000 = 40
γ = 110000 = 48
δ = 111000 = 56

33	43	53	63
61	55	41	35
47	37	59	49
51	57	39	45

Fig. 2. De tweede kaart.

Bij de tweede kaart voor Mystiek Getal 1 gebruiken we dezelfde waarden voor a, b, c en d. Bij α, β, γ en δ zetten we bit 2^5 is 1. Dit levert een Magisch Vierkant met getallen groter dan 32.

Bij de constructie van de Magische Vierkanten voor de andere Mystieke Getallen volgen we een vergelijkbaar recept: zet de bit die correspondeert met het Mystieke Getal op 1 in a, b, c en d en op 0 in α, β, γ, δ; gebruik de overgebleven lage bits voor a, b, c, d en de overgebleven hogere bits voor α, β, γ, δ, met bit 2^5 is 0 voor de ene kaart en 2^5 is 1 voor de andere. Bij Mystiek Getal 32 = 2^5 zorgt bit 2^4 voor het onderscheid tussen de ene kaart en de andere.

Machineconstructie

De machine is waarschijnlijk gebaseerd op een Burroughs Portable optelmachine met een volledige toetsenbord, dus een toetsenbord waarop meerdere kolommen met toetsen 1 t/m 9 voorkomen. De toetsen met Mystieke Symbolen drukken één of twee toetsen van dat volledige toetsenbord in. De Memory Bar telt de getallen op die ingevoerd zijn. De Magic Key drukt de som af en zet de machine weer terug op 0. De Memory Bar was niet nodig geweest als een Comptometer-achtige machine was gebruikt: getallen worden daarin meteen opgeteld.

Burroughs maakte ook Comptometers, maar geen drukkende Comptometers. Felt & Tarrant, de maker van de originele Comptometer, maakte die wel: de Comptograph.

Als we aannemen dat de verbindingen tussen de Mystieke Toetsen en het volledige toetsenbord zo kort mogelijk moeten zijn is de meest waarschijnlijke volgorde van de toetsen, vanaf de voorkant van de machine: 1, 2, 32, 4, 16, 8. Dit verklaart meteen de spatiëring van de toetsen:

			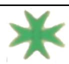				
1	**2**	**32**	**4**		**16**		**8**

Fig. 3. De binaire waarden van de symbolen.

Resultaat

De Magische Vierkanten kunnen er dus uitgezien hebben als in figuur 4 op de volgende bladzijde.

Het nadeel van de Magische Vierkanten ten opzichte van de goocheldooskaarten is dat de getallen niet gesorteerd zijn. Daardoor is de kans groter dat een getal op een kaart over het hoofd wordt gezien, waardoor de truc mislukt. Voordeel is dat de truc minder snel doorzien wordt: de relatie tussen de getallen is niet zo gemakkelijk te achterhalen. Dit wordt nog versterkt door de *vreemde* volgorde van de toetsen. De handleiding schrijft 60 als maximaal getal voor.

Strikt genomen zou dat 63 moeten zijn, maar dat zou een hint kunnen geven over de onderliggende truc.

1	11	21	31
29	23	9	3
15	5	27	17
19	25	7	13

33	43	53	63
61	55	41	35
47	37	59	49
51	57	39	45

2	11	22	31
30	23	10	3
15	6	27	18
19	26	7	14

34	43	54	63
62	55	42	35
47	38	59	50
51	58	39	46

4	13	22	31
30	23	12	5
15	6	29	20
21	28	7	14

36	45	54	63
62	55	44	37
47	38	61	52
53	60	39	46

8	13	26	31
30	27	12	9
15	10	29	24
25	28	11	14

40	45	58	63
62	59	44	41
47	42	61	56
57	60	43	46

16	21	26	31
30	27	20	17
23	18	29	24
25	28	19	22

48	53	58	63
62	59	52	49
55	50	61	56
57	60	51	54

32	37	42	47
46	43	36	33
39	34	45	40
41	44	35	38

48	53	58	63
62	59	52	49
55	50	61	56
57	60	51	54

Fig. 4. De uiteindelijke kaarten.

De machine heeft serienummer A977708. Burroughs begon rond 1934 met serienummers die starten met een A[4], en eindigde daarmee rond 1950. Een hoog serienummer zou je aan het einde van die periode verwachten.

De machine ziet er ook modern uit, met een kap die het schrijflint bedekt en het B-logo dat rond 1947 is geïntroduceerd[5]. Ook de locatie van het serienummer onder aan de voorkant[6] wijst er op dat de machine rond 1950 gemaakt is, zoals The Henry Ford zegt. Maar dan is tijdens de World Fair van 1933-1934 een andere machine gebruikt. Waar is die machine gebleven?

Referenties

[1] https://www.thehenryford.org/collections-and-research/digital-collections/artifact/449926
The Henry Ford gebruikt een kale naam, zonder *Organisation* of *Institute* o.i.d.
[2] Official Catalog [Handbook] of Exhibits in the Division of the Basic Sciences, Hall of Science, A Century of Progress international exhibition, 1933-1934, pag.21 en Lillian Moore, *Mathematics Exhibit — World's Fair, Chicago*, *The Mathematics Teacher* 268, Dec 1933, pag.482-486.
[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Magic_square#Method_of_superposition
[4] http://www.burroughsinfo.com/about-serial-numbers-and-machine-models.html
[5] http://www.johnwolff.id.au/calculators/Burroughs/Burroughs.htm
[6] http://www.burroughsinfo.com/locating-serial-numbers.html