

# INFORMAČNÍ OBRAT

## Základní součást stavby mysli

Používat teorii informace v oborech, pro které nebyla určena, je možná nebezpečné. Ale domnívám se, že toto nebezpečí nikomu v jejím používání nezabrání.<sup>1</sup>

J. C. R. LICKLIDER (1950)

Většina matematických teorií se formuje pomalu, Shannonova teorie informace však vznikla najednou a v plné kráse jako bohyně Athéna. Když se v roce 1949 objevila Shannonova a Weaverova knížka, setkala se jen s malým zájmem veřejnosti. První recenzi napsal matematik Joseph L. Doob, který si stěžoval, že je víc „sugestivní“ než matematická „a není vždy jasné, zda si autorovy matematické záměry zaslouhují úctu“.<sup>2</sup> Jeden časopis o biologii nicméně napsal: „Na první pohled se může zdát, že se jedná především o technickou studii, kterou lze jen stěží, pokud vůbec, využít k řešení problémů lidstva. Některé dopady této teorie jsou ale ve skutečnosti strhující.“<sup>3</sup> Časopis *Philosophical Review* uvedl, že by filozofové udělali chybu, kdyby tuto knihu ignorovali: „Shannon rozvíjí koncept *informace*, který se překvapivě ukáže jako rozšíření termodynamického konceptu *entropie*.“<sup>4</sup> Nejzvláštnější příspěvek nebyl vlastně ani recenzí - bylo to pět odstavců v časopise *Physics Today* ze září 1950 a podepsal se pod ně Norbert Wiener z MIT.

Wiener začal svou recenzi krátkým příběhem, který vyzněl trochu povýšeně:

Před nějakými patnácti lety přišel za nadřízenými MIT bystrý mladý student. Uvažoval o teorii elektrických přepínačů, která by pracovala s Booleovou algebrou. Tím studentem byl Claude E. Shannon.

Wiener pak pokračoval, že Shannon současně s Warrenem Weaverem ve vydané knize „shrnul své názory na sdělovací techniku“.

Základní ideou, kterou Shannon rozvinul, bylo podle Wienera „množství informace jakožto negativní entropie“. Dodal, že on sám - „autor této recenze“ - rozvinul stejnou ideu přibližně ve stejné době.

Wiener prohlásil knihu za dílo, „které vzniklo nezávisle na mé vlastní práci, ale od samého začátku bylo prostřednictvím vzájemného vlivu vázáno na mé výzkumy“. Uvedl „ty z nás, kteří se snažili uplatnit tuto analogii při studiu Maxwellova démona“ a dodal, že zbývá vykonat ještě mnoho práce.

Potom pokračoval, že práce s jazykem není úplná bez většího zdůraznění nervové soustavy člověka: „nervových vjemů a přenosu jazyka do mozku; toto neuvádím jako zaujatou kritiku.“

Poslední odstavec věnoval další nové knize, „mému vlastnímu dílu, nazvanému *Kybernetika*“. Napsal, že obě knihy představují první kroky v oboru, který má příslib rychlého rozvoje.

Ve své knize jsem využil práva autora na hloubavější přístup a širší zaměření, než zvolili ve své knize dr. Shannon a dr. Weaver... Pro různé pohledy je nejen dost místa, ale je jich také nepochybně zapotřebí.

Rovněž vzdal svým kolegům poctu za jejich propracovaný a nezávislý přístup - ke kybernetice.

Shannon mezitím již přispěl krátkou recenzí Wienerovy knihy do časopisu *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*.<sup>5</sup> Ocenil ji uznáním, které by se dalo popsat jako skrovné. Napsal, že je to „skvělý úvod“. Mezi oběma vědci panovalo určité napětí, které bylo zřetelně cítit v dlouhé poznámce na úvodní straně Weaverovy části knihy *The Mathematical Theory of Communication*:

Sám dr. Shannon zdůrazňuje, že teorie komunikace za mnohé ze svých základů vděčí profesoru Norbertu Wienerovi. Profesor Wiener zase ukazuje na to, že mnoho z Shannonovy práce na přepínačích a matematické logice se uskutečnilo dřív, než se on sám začal o tento obor zajímat. A velkoryse dodává, že Shannon si jistě zaslouží uznání za nezávislé rozvíjení takových základních aspektů teorie, jako je použití idey entropie.

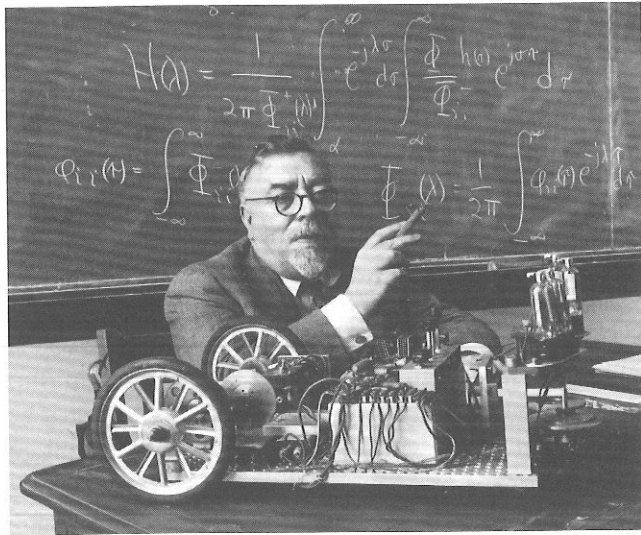
Shannonův kolega John Pierce později napsal: „Wiener měl plnou hlavu vlastní práce... Od informovaných lidí vím, že se mylně domníval, že ví, o co v Shannonově práci jde - a přitom byl vedle.“<sup>6</sup>

*Kybernetika* byla nově vymyšlené slovo, futuristický výraz, navrhovaný studijní obor a téměř filozofické hnutí, jež sám vytvořil tento skvělý a nedůtklivý myslitel. Slovo si vypůjčil z řečtiny, která jím označovala kormidelníka:  $\kappa\upsilon\beta\epsilon\rho\nu\eta\tau\iota\varsigma$ , *kybernetes* - *kybernetes*; odtud také (ne náhodou) pochází slovo *řídít*.<sup>7</sup> *Kybernetiku* považoval za obor, který sloučí studium komunikace a řízení i studium lidí a strojů. Norbert Wiener se zpočátku proslavil jako kuriozita - hravý génius, zázračné

dítě. Vedl ho a podporoval jeho otec, profesor Harvardovy univerzity. Když mu bylo 14 let, *The New York Times* napsaly na první stránce: „Chlapec, jehož kamarádi hrdě nazvali nejchytřejším klukem na světě, zakončí příští měsíc studium na Tufts College... Kromě toho, že je obdařen fenomenálním mozkiem, se ničím neliší od ostatních chlapců... Jeho nejnápadnějším rysem je hluboký pohled jeho černých očí.“<sup>8</sup> Když Wiener psal své paměti, často používal v nadpisech výraz *zázračné dítě*: *Ex-Prodigy: My Childhood and Youth* (Bývalé zázračné dítě - mé dětství a mládí) a *I Am a Mathematician: The Later Life of a Prodigy* (Jsem matematik - pozdější život zázračného dítěte).

Wiener vystudoval matematiku na Tufts College, zoologii na Harvardu, filozofii v Cornellu a znovu se vrátil na Harvard. Potom odjel do Anglie a v Cambridge studoval symbolickou logiku a *Principia Mathematica* se samotným Bertrendem Russellem. Russell jím nebyl příliš okouzlen. Svému příteli napsal: „Objevilo se tu zázračné dítě jménem Wiener, osmnáctiletý postdoktorand z Harvardu. Je zvyklý na pochlebování a myslí si o sobě, že je všemohoucí Bůh. Mezi ním a mnou probíhá neustálé soupeření o to, kdo vlastně bude učit.“<sup>9</sup> Wiener si Russella velmi ošklivil. Prohlásil o něm: „Je jako ledovec. Jeho mysl působí dojmem velkého, chladného, omezeného logického stroje, který krájí celý vesmír na úhledné kostičky, jež na všech stranách měří přesně 3 palce.“<sup>10</sup> Poté, co se Wiener vrátil do Spojených států, začal v roce 1919 (ve stejném roce jako Vannevar Bush) učit v MIT. Když tam v roce 1936 přišel Shannon, zúčastnil se jednoho z Wienerových kurzů matematiky. V době, kdy už bylo zřejmé, že se schyluje k válce, byl Wiener jedním z prvních, kdo se přidal ke skryté, rozptýlené síti matematiků, jež pracovala na řízení protiletectvé palby.

Byl malý a zavalitý, nosil silné brýle a démonickou kozí bradku. Zatímco se Shannonova práce na řízení palby zúžila na zkoumání zašuměného signálu, Wiener zůstal u šumu - věnoval se nárůstu fluktuací v radarovém přijímači a nepředvídatelným odchylkám v drahách letu. Chápal, že šum se chová statisticky jako Brownův pohyb, „nesmírně živý a zcela chaotický pohyb“, který v 17. století pozoroval mikroskopem van Leeuwenhoek. V roce 1920 provedl Wiener důkladný matematický rozbor Brownova pohybu a zapůsobila na něj samotná diskontinuita - zdálo se, že nepatřičně se chovají nejen trajektorie částice, ale i matematické funkce. Nazval to nespojitým či diskrétním chaosem a trvalo několik generací, než byl tento pojem řádně prostudován. V projektu řízení palby, kde sekci z Bell Labs skromně přispěl i Shannon, vytvořil Wiener se svým kolegou Julianem Bigelowem legendární monografii o 120 stránkách. Dostala razítko TAJNÉ a několik desítek lidí, kteří ji směli vidět, ji kvůli barvě pořadače a obtížnosti výkladu říkalo Žluté nebezpečí. Její oficiální název zněl *Extrapolation, Interpolation, and Smoothing of Stationary Time Series* (Extrapolá-



Norbert Wiener (1956)

ce, interpolace a vyhlazování stacionárních časových řad). V ní Wiener rozvinul statistickou metodu k předvídání budoucnosti ze zašuměných, neurčitých a znehodnocených údajů o minulosti. Pro palné zbraně tehdejší doby to bylo příliš náročné, ale vyzkoušel ji na diferenciálním analyzátoru Vannevara Bushe. Protiletadlový kanon s operátorem i letadlo s pilotem tvořili hybridní systém člověk-stroj. Jeden objekt vždy musel předvídat chování toho druhého.

Wiener byl tak světsky založený, jako byl Shannon zdrženlivý. Procestoval nejrůznější končiny a hovořil několika jazyky, byl ctižádostivý a společensky aktivní. Vědu pojímal osobně a s horlivostí. Například jeho popis druhého termodynamického zákona byl přímo od srdce:

Plaveme proti silnému proudu rozkladu, který se všechno snaží stlačit k tepelné smrti, kde je vše vyvážené a stejné... Tato tepelná smrt z oboru fyziky má svůj protějšek v etice Sorena Kierkegaarda, který poukázal na to, že žijeme ve vesmíru s chaotickou morálkou. Za této situace je naší hlavní povinností vytvořit enklávy systému a řádu... Tak jako červená dáma, ani my nemůžeme zůstat tam, kde jsme, aniž bychom postupovali tak rychle, jak umíme.<sup>11</sup>

Chtěl si vydobýt své místo v intelektuální historii, a mířil vysoko. Ve svých pamětech napsal: „Kybernetika znamenala novou interpretaci člověka, jeho znalostí o vesmíru a společnosti“.<sup>12</sup> Zatímco Shannon se pokládal za matematika

a technika, Wiener se považoval především za filozofa. Ze své práce na řízení palby vyvodil filozofická ponaučení o smyslu a chování. Pokud člověk definuje chování chytře, jako „jakoukoli změnu entity s ohledem na její okolí“, pak se toto slovo dá použít i pro stroje a zvířata.<sup>13</sup> Chování zaměřené na cíl je účelové a účelovost může být někdy místo lidské obsluhy připisována stroji. Příkladem je zařízení, jež vyhledává cíl: „název servomechanismus byl vymyšlen právě k označení strojů s vlastním účelovým chováním.“ Klíčové bylo řízení, autoregulace.

K náležitě analýze si Wiener vypůjčil nejasný pojem z elektrotechniky: „feedback“, vrácení energie z výstupu obvodu zpět na jeho vstup. Pokud je tato zpětná vazba pozitivní, jako když se zvuk z reproduktorů přivede zpátky na mikrofon, začne se vymykat kontrole. Pokud je však negativní – jako v původním mechanickém regulátoru parních strojů, který poprvé analyzoval James Clerk Maxwell – může uvádět systém do rovnováhy, zprostředkovávat stabilitu. Zpětná vazba může být mechanická – čím rychleji se Maxwellův regulátor točí, tím dále sahají jeho ramena, a čím dále sahají ramena, tím pomaleji se musí točit. Nebo může být zpětná vazba elektrická. V každém případě je klíčem k tomuto procesu informace. Například protiletadlový kanon je řízen informacemi o souřadnicích letadla a předchází poloze samotného kanonu. Wienerův přítel Bigelow zdůraznil, „že to nebyla žádná konkrétní fyzikální veličina, jako energie, délka či napětí, ale pouze informace (přenesená jakýmkoli prostředky)“.<sup>14</sup>

Wiener cítil, že negativní zpětná vazba musí být ve všem. Viděl ji v činnosti při koordinaci oka a ruky, když řídila nervovou soustavu lidí, kteří dělali něco tak obyčejného, jako je zvednutí tužky. Zvláště se soustředil na nervové poruchy – nemoci, které narušují koordinaci těla nebo jazyka. Chápal je poměrně specificky jako případy, kdy zpětná vazba s informací selže; například různé poruchy koordinace, kdy se zprávy od smyslů buď přeruší v míše, nebo se chybně interpretují v mozečku. Wienerovy analýzy byly podrobné a matematické, plné rovnic. Něco takového bylo v neurologii prakticky neslychané. Mezitím se systémy zpětnovazební regulace dostaly až do tovární pásové výroby, neboť i mechanický systém dokáže měnit své chování. Zpětná vazba je kormidelníkem, který řídí loď.

Název první Wienerovy knihy, která vyšla na podzim roku 1948 ve Spojených státech a Francii, zněl tedy *Kybernetika*. V podtitulu stálo: *Řízení a komunikace v živých organismech a strojích*. Kniha je směsicí představ a různých analýz a k překvapení vydavatelů se stala nejprodávanější knihou roku. Pozornost jí věnovaly také populární americké týdeníky *Time* a *Newsweek*. Wiener a kybernetika byly spojovány s jevem, který se právě dral do povědomí veřejnosti: počítačícími stroji. Skončila válka a zvedla se opona – byly odtajněny první

ENIAC

projekty elektronické výpočetní techniky, konkrétně ENIAC, třicetitunový kolos plný elektronek, relé a ručně pájených spojů, který na elektrotechnické fakultě Pensylvánské univerzity zabíral 150 čtverečních metrů. Dokázal uložit a násobit až 20 čísel s 10 desítkovými číslicemi. Armáda ho používala k výpočtům do dělostřeleckých tabulek. Společnost IBM (International Business Machines), která pro vojenské projekty poskytla děrnoštitkové stroje, zhotovila na Harvardu neméně obrovský počítač stroj pojmenovaný Mark I. V britském Bletchley Parku kryptoanalytici pracovali stále v utajení a postavili elektronkový počítač stroj s názvem Colossus. Na dalším stroji začal pracovat Alan Turing na univerzitě v Manchesteru. Když se o těchto strojích dozvěděla veřejnost, uvažovala o nich přirozeně jako o „mozcích“. Všichni se ptali na totéž: „Mohou stroje myslet?“

Týdeník *Time* ve svém posledním čísle roku 1948 napsal: „Sledujeme jejich strašlivě rychlý vývoj. Začaly řešit matematické rovnice rychlostí blesku a nyní se začínají chovat jako skutečné mechanické mozky.“<sup>15</sup> Wiener tyto spekulace, jež hraničily s nespoutanou představivostí, ještě podpořil:

Dr. Wiener nevidí důvod, proč by se nemohly učit ze zkušenosti, jako přerostlé a předčasně vyspělé děti, jen mnohem rychleji. Jeden takový mechanický mozek naplněný zkušenostmi může řídit celou továrnu a nahradit nejen mechaniky a úředníky, ale i mnoho vedoucích pracovníků...

Wiener vysvětluje, že když lidé neustále vytvářejí lepší počítačové stroje a zároveň hlouběji zkoumají vlastní mozek, zdá se, že se jedno druhému stále více podobá. Domnívá se, že člověk sám sebe znovu a mnohonásobně lépe utváří k obrazu svému.

Tajemství úspěchu této těžkopádné a nesrozumitelné knihy spočívalo zejména v tom, že se Wiener nesoustředil na stroje, ale navracel pozornost k člověku. Nechtěl ani tak vysvětlovat rozvoj výpočetní techniky, se kterou byl stejně spojen jen okrajově, jako spíše to, jak může tato technika vysvětlovat situaci lidstva. Důkladně se zabýval duševními poruchami, mechanickými protézami i dopady vzestupu inteligentních strojů na lidskou společnost. Měl obavy, že inteligentní stroje by mohly snížit význam lidského mozku, tak jako stroje v továrnách snížily význam lidských rukou.

V kapitole nazvané „Počítačové stroje a nervová soustava“ rozvinul srovnání strojů a lidí. Nejprve vymezil rozdíl mezi dvěma druhy počítačových strojů: analogovými a digitálními, i když tato slova ještě nepoužil. Analogové stroje, jako Bushův diferenciální analyzátor, ukazovaly čísla jako hodnoty na spojitě stupnici - pracovaly s analogií. Digitální stroje, kterým říkal číslicové, ukazovaly

čísla přímo a přesně, jako stolní kalkulátory. Ve většině případů tyto přístroje pro zjednodušení konstrukce pracovaly v binární číselné soustavě. Ke složitým výpočtům potřebovaly určitou formu logiky. Jakou? Shannon tuto otázku zodpověděl v roce 1937 ve své diplomové práci a Wiener nabídl stejnou odpověď:

Algebra logiky *par excellence*, Booleova algebra. Tento algoritmus, jako binární aritmetika, má základ v dichotomii - volbě mezi *ano* a *ne*, mezi příslušností a nepříslušností k určité třídě.<sup>16</sup>

Wiener tvrdil, že i mozek je přinejmenším částečně logický stroj. Zatímco počítače používají relé - mechanická, elektromechanická nebo elektrická - mozek používá neurony. Tyto buňky mají sklon nacházet se v daném okamžiku v jednom ze dvou stavů - aktivita (vystřelují impuls) nebo klid (odpočívají). Dají se tedy považovat za relé se dvěma stavy. Jsou vzájemně propojené do rozsáhlých sítí - stýkají se v místech zvaných synapse. Předávají zprávy. Mozek má k ukládání zpráv paměť a počítačové stroje rovněž potřebují hmotné úložiště, které se dá nazvat pamětí. (Dobře věděl, že je to zjednodušený obraz složitějšího systému, že se chemicky, pomocí hormonů přenáší asi i jiné druhy zpráv, spíše analogové než digitální.) Wiener také zdůraznil, že funkční poruchy, například nervová zhroutil, mohou mít své příbuzné v elektronice. Návrháři počítačových strojů možná budou muset počítat s neočekávanými záplavami dat, jež mohou odpovídat „přenosovým problémům a přetížení nervové soustavy“.<sup>17</sup>

Mozky i elektronické počítače používají při svých logických operacích velké množství energie, „která se zcela přemění na teplo a rozptýlí“ - odnese ji krev nebo ventilátory a chladicí přístroje. Wiener řekl, že to však není podstatné: „Informace není hmotou nebo energií, ale zkratka informací. Žádný druh materialismu, který to neuznává, nemůže dnes přežít.“

Nastala vzrušující doba.

Neurofyziolog Warren McCulloch, který se svými bílými vousy připomínal skřítku, na setkání s britskými filozofy prohlásil: „Znovu jsme se ocitli v jednom z úžasných období vědeckého pokroku - svým způsobem jako v éře před Sokratem.“ Řekl, že když naslouchal Wienerovi a von Neumannovi, připomnělo mu to diskuse řeckých filozofů. Pociťoval, že se zrodila nová fyzika komunikace a že metafyzika již nikdy nebude stejná: „Poprvé v dějinách vědy víme, jak funguje vědění, a z toho důvodu jsme to schopni jasně zformulovat.“<sup>18</sup> Nabídl účastníkům kacířskou myšlenku: člověk, který má poznání, je počítačový stroj, mozek složený z nějakých 10 miliard relé, z nichž každé přijímá signály od ostatních relé a posílá je dál. Signály jsou kvantované - buď proběhnou, nebo

ne. Znovu se tak prý ukazuje, že podstatou světa jsou Demokritovy atomy – „nedělitelné a nejmenší, jež poletují prázdnotou“.

Je to svět jako podle Herakleita, stále „v pohybu“. Nemyslím jen to, že každé relé je v okamžiku zničeno a znovu stvořeno jako plamen, ale zejména to, že pracuje s informací, která do něho mnoha přenosovými kanály vstupuje, prochází jím, otáčí se v něm a znovu se vynoří ve světě.

Za to, že takové ideje prosakovaly hranicemi různých oborů, mohl z velké části McCulloch, který byl dynamem eklekticismu a křížového oplodňování. Brzy po válce začal organizovat sled konferencí v hotelu Beekman na newyorské Park Avenue. Potřebné finance získal od nadace Josiah Macy Jr. Foundation, které v 19. století odkázali peníze dědicové velrybářů z ostrova Nantucket. Najednou se objevilo velké množství nových vědních oborů – společenské vědy, jako antropologie a psychologie, hledaly nové matematické základy, objevily se nové odnože medicíny s hybridními názvy jako „neurofyziologie“ i ne tak docela vědní obory, jako psychoanalýza. McCulloch pozval odborníky ze všech těchto oborů a rovněž z matematiky a elektrotechniky. Zavedl „pravidlo Noemovy archy“ – z každého oboru pozval dva lidi, aby každý měl někoho, kdo rozumí jeho žargonu.<sup>19</sup> K hlavní skupině patřili již tehdy známá antropoložka Margaret Meadová a její tehdejší manžel Gregory Bateson, psychologové Lawrence K. Frank a Heinrich Klüver i dvojice, která budila respekt: příležitostní rivalové Wiener a von Neumann.

Margaret Meadová si zapisovala přednášky těsnopisem, který nikdo nedokázal rozluštit. Prohlásila, že samým vzrušením z prvního shromáždění si až do jeho konce nevšimla, že si zlomila zub. Wiener uvedl, že všechny tyto vědy, zvláště společenské vědy, v podstatě představovaly studium komunikace a jejich sjednocující ideou byla *zpráva*.<sup>20</sup> Zasedání nejprve dostala těžkopádný název – Conferences for Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems (Konference o cyklických příčinných a zpětnovazebních mechanismech v biologických a společenských systémech). S úctou k Wienerovi, jemuž přáli jeho novou slávu, pak změnili název na Konference o kybernetice. V průběhu konferencí se stalo zvykem používat nový, zvláštní a poněkud podezřelý výraz *teorie informace*. Některé obory to měly snadnější než jiné. Nebylo ani zdaleka jasné, kam v jejich různých pohledech na svět informaci zařadit.

Shromáždění, které se konalo 22. a 23. března 1950, začalo sebevědomě. Neurovědec Ralph Gerard z lékařské fakulty Chicagské univerzity prohlásil: „Téma a obsazení vyvolaly obrovský zájem veřejnosti. Shromáždění téměř po-

bláznilo národ, podnítilo vznik dlouhých článků v tak proslulých vědeckých časopisech, jakými jsou *Time*, *News-Week* a *Life*.“<sup>21</sup> Mezi jinými se odkazoval na hlavní článek, který vyšel téhož roku na začátku zimy, zabýval se Wienerem a nesl název „The Thinking Machine“ (Myslicí stroj):

Profesor Wiener je bouřlivák (poněkud odulý bouřlivák) z říše matematiky a sousedních oblastí... Úzkostlivě a přitom triumfálně křičel, že skvělé nové počítače jsou... posly zcela nové vědy o komunikaci a řízení, kterou pohotově nazval „kybernetikou“. Poukázal na to, že nové stroje již nyní svou stavbou a funkcí neobyčejně připomínají lidský mozek. Zatím nemají žádné smysly či „efektory“ (ruce a nohy), ale proč by je neměly mít v budoucnosti?

Podle Gerarda byla pravda, že jeho obor silně ovlivňovalo nové myšlení sdělovací techniky, které mu pomohlo chápat nervový impuls nikoli jako pouhý „fyzikální a chemický jev“, ale jako znak či signál. Učit se od „počítacích strojů a komunikačních systémů“ bylo tedy užitečné, ale hrozilo i určité nebezpečí:

Říkat po vzoru novinářů, že tyto stroje jsou proto mozkiem a že náš mozek není nic jiného než počítačový stroj, je opovážlivé. Potom by se dalo říci, že dalekohled je oko nebo že buldozer je sval.<sup>22</sup>

Wiener cítil, že na to musí reagovat: „Nemohl jsem podobnému tónu zabránit, ale snažil jsem se novinářské praktiky omezit. Přesto si nemyslím, že za použití slova ‚myslicí‘ by se mělo výslovně kárat.“<sup>\*23</sup>

Gerard chtěl především hovořit o tom, zda mozek s jeho tajuplnou strukturou neuronů, rozvětvenými dendrity a složitým živým propojením v chemickém „živném roztoku“ lze oprávněně popisovat jako analogový nebo digitální.<sup>24</sup> Gregory Bateson ho okamžitě přerušil – stále považoval toto rozlišování za matoucí. Jednalo se o zásadní otázku. Gerard za své pochopení vděčil „lekcím od zdejších odborníků, zvláště Johna von Neumanna“ (rovněž přítomného), ale stejně se to pokusil vysvětlit. Řekl, že slovo analogový připomíná logaritmické pravítko, kde číslo znamená vzdálenost. A digitální zase připomíná počítač, na kterém kuličku buď počítáte, nebo ne – nic mezi

\* Jean-Pierre Dupuy poznamenává: „V podstatě šlo o úplně běžnou situaci, kdy vědci obviňovali ostatní, že je berou za slovo. Když kybernetici zasadili do vědomí veřejnosti myšlenku, že myslící stroje jsou již za dveřmi, vzápětí se distancovali od všech důvěřivců, kteří tomu uvěřili.“ Jean-Pierre Dupuy, *The Mechanization of the Mind: On the Origins of Cognitive Science*, přel. M. B. DeBevoise (Princeton, N. J.: Princeton University Press, 2000), s. 89.

tím. Reostat, regulátor jasu žárovky, je analogový. Vypínač na zdi, který se zapíná a vypíná, je digitální. Mozkové vlny a neurochemie, uzavřel Gerard, jsou analogové.

Následovala debata. Von Neumann toho měl na srdci hodně. Nedávno rozvinul „teorii her“, na kterou nahlížel jako na matematiku s neúplnou informací, a rovněž udával tón v návrhu nových elektronických počítačů. Chtěl, aby více analogově zaměřeni členové skupiny uvažovali abstraktněji a uvědomili si, že digitální procesy se dějí v neuspořádaném, kontinuálním světě, a přesto jsou digitální. Když se neuron přepne mezi dvěma možnými stavy – „stavem nervové buňky bez zprávy a stavem buňky se zprávou“ – proces tohoto přechodu může obsahovat určité odlišnosti, ale pro teoretické účely je můžeme přehlédnout.<sup>25</sup> Von Neumann zdůraznil, že v mozku, stejně jako v elektronickém počítači, „jsou tyto samostatné úkony ve skutečnosti simulovány na pozadí spojitého procesu“. McCulloch to elegantně vyjádřil v novém pojednání „Of Digital Computers Called Brains“ („O digitálních počítačích nazývaných mozky“): „Zdá se, že na tomto světě je nejlepší i se zjevnými spojitostmi pracovat jako s určitými počty drobných kroků.“<sup>26</sup> V publiku zůstával potichu nový člen skupiny – Claude Shannon.

Dalším přednášejícím byl J. C. R. Licklider, odborník na řeč a zvuk z nové psychoakustické laboratoře na Harvardu, kterého znali pod přezdívkou Lick. Byl dalším z mladých vědců, kteří žili současně ve dvou světech – v psychologii a elektrotechnice. Ještě téhož roku se přesunul do MIT, kde jako součást oddělení elektrotechniky založil nové oddělení psychologie. Pracoval s ideou kvantování řeči.<sup>27</sup> Chtěl omezit zvukové vlny na nejmenší množství, které by se dalo reprodukovat klopným obvodem, což bylo podomácku vyrobené zařízení z elektronek, odporů a kondenzátorů za 25 dolarů. I lidi zvyklé na praskání a syčení v telefonech překvapilo, nakolik je možné omezit řeč, aby přesto zůstala srozumitelnou. Shannon pečlivě naslouchal. Nejen proto, že znal konkrétní telefonní techniku, ale hlavně kvůli tomu, že se za války zabýval ve své tajné práci šifrováním zvuku. Ožil i Wiener, částečně proto, že se velmi zajímal o pomůcky pro neslyšící.

Když Licklider uvedl, že určité zkrácení není ani lineární, ani logaritmické, ale „něco uprostřed mezi tím“, Wiener se do toho vložil: „Co znamená ‚uprostřed‘? X plus S děleno N?“

Licklider si povzdechl: „Tohle dělají matematici pokaždé. Berou mě za slovo, když uvádím nepřesná tvrzení.“<sup>28</sup> Matematika mu však nečinila obtíže a později předložil odhad toho, jaké množství informace (použil Shannonovu novou terminologii) lze poslat přenosovým vedením, když je dána určitá šířka pásma (5 000 hertzů) a určitý odstup signálu od šumu (33 decibelů), což odpovídá-

lo možnostem komerčního rozhlasu. Prohlásil: „Podle mne se takovým komunikačním kanálem dá přenést 100 000 bitů informace.“ Myslel tím bitů za vteřinu. Bylo to ohromující číslo. Pro srovnání tímto způsobem vypočítal rychlost běžné řeči – 10 fonémů za vteřinu ze seznamu 64 fonémů (2<sup>6</sup>, „pro ulehčení“ – logaritmus počtu možností výběru je pak 6), takže rychlost je 60 bitů za vteřinu: „To za předpokladu, že fonémy jsou stejně pravděpodobné...“

„Ano!“ přerušil ho Wiener.<sup>29</sup>

„... což pochopitelně nejsou,“ dodal Licklider.

Wiener dumal nad tím, zda někdo zkoušel podobně vypočítat „komprimaci pro oko“ v případě televize. Jaké množství „skutečné informace“ je nutné ke srozumitelnosti? Ovšem jen tak mimochodem dodal: „Často se divím, proč se lidé na televizi vůbec dívají.“

Margaret Meadová měla na srdci jiné téma. Chtěla, aby skupina nezapomínala na to, že smysl může existovat odděleně od fonémů a slovníkových definic. Zeptala se: „Pokud hovoříte o jiném druhu informace a snažíte se například sdělit, že je někdo rozhněvaný, jaké zkrácení lze použít k odstranění hněvu ze zprávy, která bude jinak předávat úplně stejná slova?“<sup>30</sup>

Toho večera se ujal slova Shannon. Řekl všem, aby nehleděli na smysl. Oznamil, že i když si zvolil téma redundance v psané angličtině, smyslem se nebude vůbec zabývat.

Hovořil o informaci jako o něčem, co se předává odněkud někam: „Může to být například náhodná posloupnost číslic, zpráva pro řízenou střelu nebo televizní signál.“<sup>31</sup> Důležité bylo, že chtěl ukázat informační zdroj jako náhodný proces, který vytváří zprávy s různou pravděpodobností. Předvedl vzor textových řetězců, které použil ve svém pojednání *The Mathematical Theory of Communication* (jež málokdo četl), a popsal svůj „experiment s předvídaním“, kdy člověk hádá text písmeno po písmenu. Prohlásil, že angličtina má specifickou entropii, která koreluje s redundancí, a že by tyto experimenty mohl použít ke zjištění její hodnoty. Posluchači byli fascinováni – konkrétně Wiener, který uvažoval o vlastní „teorii předvídaní“. Ihned Shannona přerušil: „Moje metoda je obdobná. Omlouvám se, že jsem vás přerušil.“

Shannon a Wiener zdůrazňovali různé věci. Pro Wienera znamenala entropie míru neuspořádanosti a pro Shannona míru neurčitosti. Oba postupně zjišťovali, že jsou v podstatě totožné. Čím více obsahuje ukázka anglického textu přirozené uspořádanosti (uspořádanosti v podobě statistických struktur, které lidé mluvící daným jazykem vědomě nebo nevědomě vnímají), tím lépe se dá předvídat a – ze Shannonova hlediska – tím menší množství informace přenáší každé následující písmeno. Když člověk s jistotou uhodne další písmeno-

no, je nadbytečné a nepřináší žádnou novou informaci. Informace znamená překvapení.

Ostatní účastníci se vyptávali, jak je to v případě různých jazyků, stylů prózy, obrázkového písma či fonémů. Jeden psycholog se zeptal, zda se denní tisk ze statistického hlediska liší od díla Jamese Joyce. Statistik Leonard Savage, který pracoval s von Neumannem, se zajímal o to, jak si Shannon pro svůj pokus vybíral knihu. Bylo to náhodné?

Shannon odpověděl: „Prostě jsem došel ke knihovně a jednu si vybral.“

Savage opáčil: „To bych rozhodně nenazval náhodné, vy ano? Je zde nebezpečí, že půjde o technickou knihu.“<sup>32</sup> Shannon jim neřekl, že to byla detektivka.

Někdo další se Shannona zeptal, zda se dětské žvatláni dá předpovědět lépe nebo hůře než mluva dospělých. Shannon odpověděl: „Myslím, že lépe, pokud ty malé děti znáte.“

Angličtina vlastně znamená velké množství různých jazyků – zřejmě tak velké, kolik je anglicky mluvících lidí. A každý takový jazyk má jiné statistiky. Angličtina rovněž vytváří umělý žargon – jazyk symbolické logiky s její omezenou a přesnou abecedou i jazyk, který používají kontrolní věže a piloti a který jeden z tazatelů nazval „letecký“. Jazyk se také neustále mění. Mladý vídeňský fyzik Heinz von Foerster, jeden z přívrženců Wittgensteina, chtěl vědět, jak se míra redundance v jazyce může měnit s jeho vývojem, zvláště během přechodu z orální do psané kultury.

Von Foerster, stejně jako Margaret Meadová a jiní, nebyl spokojen s představou informace beze smyslu. Později uvedl: „Chtěl jsem celku, který nazývali teorií informace, říkat teorie signálu, protože informace zde ještě nebyla. Bylo zde pípání, ale nic víc, žádná informace. Informace se rodí až v okamžiku, kdy člověk tuto řadu signálů přemění v jiné signály, kterým náš mozek porozumí. Informace nespočívá v pípání.“<sup>33</sup> Přistihl se však, že myslí na jádro jazyka, jeho minulost v mysli i kultuře, zcela nově. Poukázal na to, že v první chvíli nikdo neuvažuje o písmenech či fonémech jako o základních jazykových jednotkách:

Myslím na staré texty Mayů, egyptské hieroglyfy a sumerské tabulky z prvního období. Když se vyvíjí písmo, je nutná dlouhá doba – nebo nepředvídaná událost – k tomu, aby si člověk uvědomil, že jazyk je možné dělit na menší jednotky než slova, tedy na slabiky či písmena. Mám pocit, že mezi psaním a mluvením existuje zpětná vazba.<sup>34</sup>

Debata změnila jeho názor na to, že informace stojí ve středu všeho. Na konci svého zápisu z osmé konference připsal epigramatickou poznámku: „Informaci lze považovat za řád, který se oddělil od zmatku.“<sup>35</sup>

Zatímco se Shannon usilovně snažil udržet posluchače soustředěné na jeho definici informace, ryzí a prosté smyslu, tato skupina se nechtěla oprostít od sémantických vztahů. Rychle pochytili podstatu Shannonových myšlenek a začali široce spekulovat mimo vymezený okruh. Sociální psycholog Alex Bavelas poznamenal: „Pokud se shodneme na definici informace jako čehokoli, co mění pravděpodobnosti nebo zmenšuje neurčitost, můžeme v tomto světle docela jasně chápat změny v pocitu emocionálního bezpečí.“ A co gesta či výrazy obličeje, poplácání po rameni nebo významné mrknutí? Psychologové přijali tento alternativní způsob myšlení o signálech a mozku a celý jejich obor se ocitl na prahu radikální přeměny.

Neurovědec Ralph Gerard si vzpomněl na jednu anekdotu.

Cizí člověk je na večírku skupiny, která se dobře zná. Jeden člověk řekne: „72“. Všichni se rozesmějí. Další řekne: „29“. Skupina řve smíchy. Nový příchozí se zeptá, co to má znamenat.

Muž vedle u stolu mu odpoví: „Máme kupu vtipů a vyprávěli jsme je tolikrát, že teď už říkáme jen jejich čísla.“ Host si usmyslí, že to zkusí, a po několika slovech řekne: „63“. Óhlas je velmi slabý. „Co se děje, není to snad vtip?“

„Ale ano, dokonce jeden z našich nejlepších, jen v tvém podání nevyzněl příliš dobře.“<sup>36</sup>

O rok později se Shannon vrátil s robotem. Jeho robot nebyl příliš chytrý ani nevypadal jako živý, ale skupinu kybernetiků ohromil – uměl se dostat z bludiště. Začali mu říkat Shannonova myš.

Shannon přivezl skříňku, jejíž horní panel rozdělovala mřížka na 5 × 5 políček. Mezi těchto 25 políček i všude kolem se daly postavit přepážky a tak vytvořit různá bludiště. Na libovolné políčko se mohl položit špendlík, jenž sloužil jako cíl. Okolo bludiště se pohybovala snímávací tyčka, kterou řídila dvojice motorků – jeden řídil směr východ-západ a druhý sever-jih. Pod víkem se skrývalo 75 vzájemně propojených relé, jež se zapínala a vypínala, a tím utvářela robotovu „paměť“. Shannon stiskem přepínače zařízení zapnul a vysvětlil obecně:

„Když byl stroj vypnutý, relé vlastně zapomněla vše, co znala. Nyní nevědí o bludišti nic, začínají znovu od nuly.“<sup>37</sup> Všichni byli jako u vytržení. Shannon pokračoval: „Vidíte, jak ručička právě zkoumá bludiště a sleduje cíl. Když se dostane na křižovatku, stroj učiní další rozhodnutí, kterým směrem se zkusí vydat.“ Když se tyčka dotkla přepážky, motorky zapnuly zpětný chod a relé tuto událost zaznamenala. Stroj zakládal každé „rozhodnutí“ na předchozích

„znanostech“ - těmto psychologickým pojmům se nedalo vyhnout - podle strategie, kterou Shannon naplánoval. Robot zkoumal prostor metodou pokusu a omylu, zahýbal do slepých uliček a narážel do stěn. Nakonec všichni viděli, jak myš dosáhla cíle, rozezněl se zvonek, rozsvítla se žárovka a motorčky se zastavily.

Potom Shannon přenesl myš znovu na místo, odkud vyjela, a vyslal ji na cestu podruhé. Tentokrát myš směřovala přímo k cíli, nikde špatně nezatočila a nenarazila do žádné přepážky. „Naučila se“ to. Když byla umístěna do jiné, neprobádané části bludiště, vrátila se k metodě pokusu a omylu. Robot to zkrátka zkouší tak dlouho, až si nakonec „sestaví úplný vzorec informace a dokáže z jakéhokoli místa přímo dosáhnout cíle“.<sup>38</sup>

K tomu, aby stroj uplatnil strategii zkoumání a hledání cíle, musí si uchovat vždy jednu informaci o každém navštíveném políčku - konkrétně směr, kterým při minulé jízdě políčko opustil. Byly zde jen čtyři možnosti: sever, západ, jih a východ. Shannon pečlivě vysvětloval, že každému políčku tedy byla přidělena dvě relé jako paměť - dvě relé znamenala dva bity informace, a to stačilo na výběr ze čtyř možností, protože existovaly čtyři možné stavy: vypnuto-vypnuto, vypnuto-zapnuto, zapnuto-vypnuto a zapnuto-zapnuto.

Dalším krokem bylo, že Shannon přeskupil vložené přepážky, aby minulé řešení již neplatilo. Stroj potom „tápal“ tak dlouho, až přišel na nové řešení. Někdy ale mimořádně nevhodná kombinace předchozí paměti a nově přestaveného bludiště způsobila, že se stroj dostal do nekonečné smyčky. Shannon divákům ukázal, co se s potkanem děje: „Když dorazí k A, pamatuje si, že minule se rozhodl jet k B, a tak jezdí dokola: A, B, C, D, A, B, C, D. Vytvořil bludný kruh, stav rušivého kmitání.“<sup>39</sup>

„Neurózu!“ podotkl Ralph Gerard.

Shannon pak do stroje přidal „antineurotický obvod“. Bylo to počítadlo nastavené tak, aby se vymanilo ze smyčky, když stroj zopakuje stejný postup šestkrát. Leonard Savage pocítoval, že jde o malé podvádění. Zeptal se: „Nemá jak poznat, že se chová psychoticky. To jen zjistí, že už jel příliš dlouho?“ Shannon přisvědčil.

Je to všechno příliš podobné člověku,“ poznamenal Lawrence K. Frank.

Psychiatr Henry Brosin dodal: „To by měl vidět George Orwell.“

Zvláštností toho, jak Shannon sestavil paměť stroje - když přiřadil každému políčku jediný směr - byla skutečnost, že cesta se nedala obrátit. Jakmile stroj dosáhl cíle, „nevěděl“, jak se vrátit na začátek. Jeho „vědomosti“ se vynořily z toho, co Shannon nazýval vektorovým polem - souhrnu 25 směrových vektorů. Vysvětlil to následovně: „Odpověď na to, odkud se přiblížila snímáči ručička, nenaleznete zkoumáním paměti.“



Shannon a jeho bludiště

McCulloch podotkl: „Je to jako člověk, který zná určité město. Může se odkudkoli dostat na jakékoli jiné místo, ale ne vždy si pamatuje, kudy šel.“<sup>40</sup>

Shannonova myš byla téhož druhu jako Babbageova stříbrná tanečnice a kovové labutě a ryby v Merlinově mechanickém muzeu - jednalo se o automatické stroje, které napodobovaly život. Nepřestávaly udivovat a bavit obecenstvo. Úsvit informačního věku přinesl novou generaci umělých myši, brouků a želv, vyrobených s použitím elektronek a později tranzistorů. Kdyby se hodnotily podle měřítká běžného již o několik let později, dalo by se říci, že jsou primitivní, téměř banální. V případě Shannonovy myši byla celková paměť tohoto výtvaru 75 bitů. Přesto mohl Shannon po právu tvrdit, že robot metodou pokusu a omylu vyřešil problém, zapamatoval si řešení a bezchybně ho zopakoval, začlenil do paměti novou informaci po další zkušenosti a „zapomněl“ řešení, když se změnil podmínky. Stroj nejen že napodoboval chování živého tvora, ale především prováděl úkony, které dříve příslušely výhradně mozku.

Maďarský elektrotechnik Dennis Gabor, který později získal Nobelovu cenu za vynález holografie, Shannonův stroj kritizoval a žehral: „Tím, kdo si ve skutečnosti pamatuje, není myš, ale bludiště.“<sup>41</sup> To byla do jisté míry pravda. Koneckonců tam žádná myš nebyla. Elektrická relé se dala umístit kamkoli - a ona byla tím, kdo uchovával paměť. Stala se vlastně myšlenkovým modelem bludiště - teorií bludiště.

Poválečné Spojené státy jistě nebyly jediným místem, kde se biologové a neurovědci náhle začali spojovat s matematiky a elektrotechniky - třebaže Američané občas mluvili způsobem, jako by tomu tak bylo. Wiener, který své cesty



do zahraničí celkem podrobně vylíčil v úvodu knihy *Kybernetika*, přezíravě napsal, že v Anglii sice viděl „dobře informované“ výzkumníky, ale nevelký pokrok „ve sjednocení obsahu a propojení různých směrů výzkumu“.<sup>42</sup> Na teorii informace a kybernetiku reagovaly nové kádry mezi britskými vědci v roce 1949 tak, že se začaly spojovat. Byli to většinou mladí vědci, kteří si nedávno prožili své zkušenosti s luštěním šifer, radary a řízením palby. Jedním z jejich prvních nápadů bylo založit jídelní klub po anglicku – průkopník elektroencefalografie John Bates navrhl „omezené členství a činnosti po jídle“. To si vyžadovalo nemalou debatu o jménech, pravidlech členství, místech konání a emblémech. Bates chtěl do klubu biology se sklony k elektrotechnice a techniky se sklony k biologii. Navrhl „asi 15 lidí, kteří měli nápady jako Wiener ještě předtím, než se objevila Wienerova kniha“.<sup>43</sup> Jejich první setkání proběhlo v suterénu Státní léčebny nervových onemocnění v Bloomsbury. Rozhodli se, že se pojmenují Klub Ratio. Název mohl znamenat, cokoli si kdo přál. (Philip Husbands a Owen Holland, kteří sepsali historii těchto výzkumů a dotazovali se mnoha dosud žijících členů, přišli se zprávou, že polovina členů vyslovovala slovo „Ratio“ jako „rejšiou“ a druhá polovina „retiou“.)<sup>44</sup> Na své první setkání pozvali Warrena McCullocha.

Nehovořili jen o poznávání mozku, ale hlavně o jeho „modelování“. Psychiatr W. Ross Ashby oznámil, že rozvíjí tuto ideu: „Mozek, který se skládá z náhodně spojených synapsí, přijme nutnou míru uspořádanosti vlivem zkušenosti.“<sup>45</sup> Jinými slovy, mysl je dynamický systém, který své uspořádání řídí sám. Další chtěli hovořit o rozpoznávání vzorů, šumu v nervové soustavě, šachových robotech a možnostech strojů uvědomit si sama sebe. McCulloch se vyjádřil takto: „Uvažujte o mozku jako o telegrafním relé, které po obdržení signálu vyšle další signál.“<sup>46</sup> Relé prošla dlouhým vývojem od doby, kdy je používal Morse: „U molekulárních dějů v mozku tyto signály představují atomy. Každý buď pokračuje dál, nebo nikoli.“ Základní jednotkou je volba, a to binární: „Je to ten nejmenší děj, jenž může být pravdivý nebo nepravdivý.“

Podářilo se jim přilákat i Alana Turinga, který na toto téma vydal vlastní text s provokativním začátkem: „Navrhuji zvážit otázku, zda stroje mohou myslet.“<sup>47</sup> Následovalo doznání, že on se tím zabývá, aniž by se snažil definovat pojmy *stroj* a *myslet*. Chtěl nahradit otázku pokusem, který nazval *Hra na napodobování* a který je dnes všeobecně známý jako „Turingův test“. Ve své původní podobě má tato hra tři účastníky: muže, ženu a tazatele. Tazatel sedí v sousední místnosti a klade otázky (Turing poznamenává, že nejlepší je klást otázky pomocí „dálnopisu, který přenáší zprávy mezi oběma místnostmi“.) Náš tazatel se snaží zjistit, kdo z dvojice je muž a kdo žena. Jeden z nich, například muž, se snaží tazatele oklamat, zatímco druhý mu chce pomoci odhalit pravdu. Turing

navrhuje: „Nejlepší strategií pro ženu bude zřejmě odpovídat po pravdě. Vždy může dodat něco jako ‚Žena jsem já, neposlouchejte ho!‘ Nemusí jí to však být nic platné, když bude muž pronášet podobné poznámky.“

Co ovšem v případě, kdy se otázka netýká pohlaví, ale druhu – „Je to člověk, nebo stroj?“ Běžně chápeme, že základ lidství spočívá v „intelektuálních schopnostech“. Proto tato hra pracuje s odtělesněnými zprávami, které se naslepo předávají mezi dvěma místnostmi. Turing suše podotkl: „Nechceme trestat stroj za to, že neumí oslnit v soutěži krásy, ani trestat člověka za to, že prohraje závod s letadlem.“ A ostatně ani za to, že rychlostí zaostává v aritmetice. Turing nabízí vymyšlené otázky a odpovědi:

Otázka: Napište, prosím, sonet o mostu Forth Bridge.

Odpověď: V tom se mnou nepočítejte. Poezii psát nesvedu.

Než bude Turing pokračovat dál, pokládá za nutné vysvětlit, jaký druh stroje má na mysli: „Nynější zájem o ‚myslící stroje‘ byl vyvolán zkušenostmi s určitým druhem stroje, kterému se běžně říká ‚elektronický počítač‘, případně ‚digitální počítač‘.“<sup>48</sup> Tato zařízení vykonávají práci počtářů rychleji a spolehlivěji.“ Turing na rozdíl od Shannona popsal podstatu a možnosti takového digitálního počítače. Udělal to i John von Neumann, když zhotovil nástupce počítačového stroje ENIAC. Digitální počítač se skládá ze tří částí: „informačního úložiště“, jež odpovídá paměti počtáře nebo jeho papíru, dále z „výkonné jednotky“, která provádí jednotlivé operace, a z „ovládacího a kontrolního prvku“, který pracuje se seznamem pokynů a zajišťuje, že se plní ve správném pořadí. Tyto pokyny jsou zakódovány v podobě čísel. Turing vysvětluje, že se jim někdy říká „program“ a sestavení takového seznamu lze říkat „programování“.

Podle Turinga je tato představa stará. Zmiňuje se o Charlesi Babbageovi, který byl lukasiánským profesorem matematiky na Cambridgeské univerzitě, kde působil od roku 1828 do roku 1839. Kdysi byl velmi slavný a nyní je téměř zapomenutý; přitom „vlastnil všechny podstatné představy a navrhl takový stroj s názvem Analytický, který však nebyl nikdy zhotoven.“ Používal by ozubená kola a štitky a neměl by tedy nic společného s elektřinou. Existence (vlastně neexistence, ale přinejmenším téměř existence) Babbageova stroje umožnila Turingovi vyvrátit pověru, která podle něho odpovídala duchu doby kolem roku 1950. Lidé si mysleli, že tajemství digitálních počítačů spočívá v elektřině a že i nervová soustava je elektrická. Turing se však snažil uvažovat o počítačích univerzálně, tedy abstraktně. Věděl, že jejich schopnosti nespočívají v elektřině:

Jelikož Babbageův stroj nebyl na elektřinu a jelikož všechny digitální počítače jsou v jistém smyslu stejné, vidíme, že použití elektřiny nemůže mít teoretický význam... Souvislost s užíváním elektřiny je pouze velmi povrchní.<sup>49</sup>

Turingův slavný počítač se zakládal na logice - používal pomyslnou pásku a libovolně zvolené symboly. Pracoval s veškerým časem světa, měl neomezenou paměť a zvládal vše, co se dalo vyjádřit v krocích a operacích. Dokázal dokonce posoudit platnost důkazu v systému *Principia Mathematica*: „Pokud se formule nedá dokázat ani vyvrátit, nechová se takový stroj příliš uspokojivě, neboť bez ustání pokračuje v práci bez jakéhokoli výsledku - v tom se ovšem nijak zvlášť neliší od matematiků.“<sup>50</sup> Turing se tedy domníval, že Hru na napodobování počítač hrát může.

Samozřejmě netvrdil, že na to má důkazy. Snažil se jen změnit podmínky debaty, kterou považoval za pošetilou. Uveřejnil několik svých předpovědí o tom, co se stane během 50 let: počítače budou mít kapacitu paměti 10<sup>9</sup> bitů (představoval si několik obrovských počítačů, nikoli budoucnost plnou miniaturních počítačů, jejichž paměťová kapacita bude o řády větší) a půjde je na-programovat ke Hře na napodobování tak, aby oklamaly tazatele přinejmenším na několik minut (což se v zásadě splnilo).

Původní otázka „Mohou stroje myslet?“ je podle mě tak bezvýznamná, že si vůbec nezasluhuje pozornost. Nicméně věřím, že na konci našeho století se používání slov a všeobecná informovanost podstatně změní a člověk bude moci hovořit o myšlení strojů bez toho, že by očekával okamžitý odpor.<sup>51</sup>

Předpověď byla opravdu výstižná, ale jejího naplnění se Turing nedožil. V roce 1952 ho zatkli za homosexualitu, která tehdy byla trestná, byl souzen a odsouzen. Britské úřady ho zbavily přístupu k utajovaným informacím a podrobily ponižující chemické kastraci pomocí injekcí s estrogenem. V roce 1954 si vzal život.

Řadu let o Turingově tajném projektu Enigma v Bletchley Parku, který byl pro bezpečnost země klíčový, vědělo jen velmi málo lidí, jeho idea myslících strojů však přitáhla pozornost na obou stranách Atlantiku. Některým lidem to připadalo absurdní nebo dokonce děsivé a žádali o názor Shannona. Ten se Turinga otevřeně zastal. Jednomu technikovi řekl: „Idea myslících strojů není v žádném případě odpudivá. Mě například velmi přitahuje komplementární idea, totiž že samotný lidský mozek může být strojem, jehož funkce lze nahra-

dit neživými předměty.“<sup>52</sup> Bylo to v každém případě praktičtější než „teoretizovat o nepostižitelných a nedostupných ‚životních silách‘ a podobně“.

Informatičtí chtěli zjistit, co jejich stroje dokážou. Psychologové zase chtěli vědět, zda jsou mozky počítačimi stroji - nebo spíš *pouze* počítačovými stroji. V polovině století byla informatika v plenkách; to však byla svým způsobem i psychologie.

V polovině století psychologie skomírala. Ze všech vědních oborů měla vždy největší potíže přesně popsat, co vlastně studuje. Původně se zabývala duší, která se liší od těla (somatologie) a krve (hematologie). V 17. století James de Back napsal: „Psychologie je nauka, jež hledá duši člověka a její projevy - ta je součástí člověka, bez které nemůže existovat.“<sup>53</sup> Téměř samozřejmě se však uznávalo, že duše je nepopsatelná; stěží ji tedy šlo poznat. Celou věc ještě komplikovala (v psychologii obzvlášť) provázanost pozorovatele s pozorovaným. V roce 1854 se psychologii většinou ještě říkalo „mentální filozofie“ a David Brewster si postěžoval, že žádný obor, který se zabývá poznáním, nepokročil tak málo jako „věda o mysli, pokud ji lze nazývat vědou“.<sup>54</sup>

Lidskou mysl někteří chápou jako hmotnou, jiní jako duchovní a další jako záhadné spojení obojího. Uniká smyslovému a rozumovému poznání a setrvává na vzdálených samotách, kam každý pocestný hází myšlenkový plevel svých spekulací.

Spekulující pocestní stále hleděli spíše do nitra, a hranice introspekce byly zřejmé. Lidé, kteří na přelomu 20. století zkoumali mysl, hledali přesnost, ověřitelnost a zřejmě i matematické vyjádření a ve svém hledání se vydávali nejrůznějšími směry. Cesta Sigmunda Freuda byla jednou z nich. William James ve Spojených státech vystavěl celý obor psychologie téměř bez cizí pomoci. Stal se profesorem, přednášel v prvních vyučovacích kurzech a sepsal první ucelenou učebnici. Když dospěl až sem, vzdal to. O svém díle *Principles of Psychology* napsal, že je „odpornou, nadutou, zbytnělou a nabubřelou kupou slov, která svědčí pouze o tom, že žádná věda o psychologii neexistuje a že W. J. je neschopný“.<sup>55</sup>

V Rusku začal nový druh psychologie rozvíjet psycholog a fyziolog Ivan Petrovič Pavlov. Byl známý svým výzkumem trávicích procesů, za který dostal Nobelovu cenu. Slovo *psychologie* a celou s ním spojenou terminologii si oškli- vil. Zatímco James zpočátku chápal psychologii jako vědu o duševním životě, Pavlov uznával pouze chování, nikoli mysl. Stavby mysli, myšlenky, emoce, cíle a smysl - to vše nebylo hmatatelné a připadalo mu subjektivní, nedosažitelné,

poznávané náboženstvím a pověrami. To, co James považoval za ústřední náměty - „proud myšlení“, „vědomí vlastního já“, vnímání času a prostoru, představitost, uvažování a vůle - nemělo v Pavlovově laboratoři místo. Vědec podle něho mohl pozorovat jen chování, které se alespoň dalo zaznamenávat a měřit. Behavioristé, konkrétně ve Spojených státech John B. Watson a známější B. F. Skinner, vytvořili vědu, jež se zakládala na podnětu a odezvě - pracovali s potravou, zvonky, elektrošoky, mačkáním páky, sliněním a hledáním cesty v bludišti. Podle Watsona bylo smyslem psychologie předpovědět, jaké odezvy budou následovat po stanoveném podnětu a jaké podněty mohou přivodit stanovené chování. Mezi podnětem a odezvou ležela černá skříňka v podobě smyslových orgánů, nervových drah a motorických funkcí, která však byla v zásadě nepřístupná. Behavioristé tedy vlastně zase říkali, že duše je nepopsatelná. Jejich výzkumný program vzkvétal půl století, neboť přinášel výsledky o podmíněných reflexech a řízeném chování.

Psycholog George Miller později vyjádřil behavioristické krédo: „Mluvíte o paměti, mluvíte o pocitech, předjímání a všech těchto mentálních záležitostech. Je to jako chiméra. Ukažte mi ji.“<sup>56</sup> Učili holuby hrát stolní tenis a krysy probíhat bludištěm. V polovině století však zavládla frustrace. Myšlenková čistota behavioristů se stala dogmatem, jejich odmítání úvah o stavech mysli se pro ně stalo klecí. A psychologové stále chtěli pochopit, co je vlastně mysl.

Pomohla jim v tom teorie informace. Vědci analyzovali zpracování informací a zhotovili stroje, které to měly provádět. Tyto stroje měly paměť. Napodobovaly způsoby, jak se učit a hledat cíl. Behavioristé, kteří nechali běhat krysu bludištěm, debatovali o vztahu mezi podnětem a odezvou, ale odmítli jakékoli úvahy o krysí mysli. A nyní technici zhotovovali myšlenkové modely krys z několika elektrických relé. Nepokusili se jen vypáčit onu černou skříňku - vytvářeli svou vlastní. Docházelo zde k přenosu, kódování, uchovávání a obnově signálů. Tvořily se a aktualizovaly interní modely vnějšího světa. Psychologové si toho všimli. Od teorie informace a kybernetiky získali řadu užitečných metafor i fungující konceptuální rámec. Na Shannonovu myš se nemuselo nahlížet jako na pouhý neumělý model mozku. Lidé v ní mohli vidět i teorii chování. Psychologové měli najednou možnost hovořit o plánech, algoritmech a syntaktických pravidlech. Mohli zkoumat nejen to, jak živé bytosti reagují na vnější svět, ale i to, jak si svoje reakce vysvětlují.

Shannonova formulace teorie informace očividně lákala výzkumníky, aby pohlíželi směrem, který on sám nezamýšlel: „Základní problém komunikace spočívá v tom, že v jednom bodě má víceméně přesně reprodukovat zprávu vybranou v jiném bodě.“ Psycholog by sotva odmítl uvažovat o případech, ve kterých je zdrojem zprávy vnější svět a příjemcem lidská mysl.

Oči a uši byly považovány za zpravodajské kanály. Proč je tedy nevyzkoušet a nezměřit je jako mikrofony a kamery? Chemik z newyorské Hunter College Homer Jacobson napsal: „Nové koncepty přírody a míry informace umožnily kvantitativně určit informační kapacitu lidského ucha.“<sup>57</sup> A rozhodl se to předvést v praxi. Potom zjišťoval totéž v případě oka a dospěl k odhadu v bitech za vteřinu, který byl čtyřistakrát větší. Najednou bylo snadné učinit mnohem víc ještě přesnějších experimentů. Shannonova práce o šumu a redundance k některým z nich přímo vybízela. V roce 1951 skupina nadšenců zkoumala pravděpodobnost toho, zda posluchači lépe rozeznají slovo, když budou mít na výběr jen z několika možností.<sup>58</sup> Zdá se to samozřejmé, ale nikdy předtím se to v praxi neuskutečnilo. Výzkumníci v pokusech zkoumali, co se stane, když se budou snažit porozumět dvěma rozhovorům současně. Začali uvažovat o tom, jaké množství informace obsahuje souhrn jednotlivých prvků - číslic, písmen nebo slov - a kolik se z toho dá pochopit či zapamatovat. V běžných experimentech, které zahrnovaly řeč a bzučáky či mačkání kláves a podupávání, začal jazyk podnětu a odezvy ustupovat jazyku vysílání a přijímání informace.

Po krátkou dobu výzkumníci debatovali výlučně o tomto přechodu; později lidem zmizel z očí. Angličan Donald Broadbent, představitel experimentální psychologie, zkoumal témata pozornosti a krátkodobé paměti. V roce 1958 o jednom experimentu napsal: „Rozdíl mezi popisem výsledků z hlediska podnětu a odezvy a popisem z hlediska teorie informace je velmi zřetelný... Není pochyb o tom, že lze předložit náležitý popis výsledků z hlediska podnětu a odezvy... ale ve srovnání s popisem výsledků z hlediska teorie informace bude vypadat těžkopádně.“<sup>59</sup> Broadbent na Cambridgeské univerzitě založil oddělení aplikované psychologie, a následovala řada dalších výzkumníků, kteří se snažili proniknout do toho, jak lidé obecně nakládají s informací - zkoumali selektivní pozornost a filtry vnímání, krátkodobou a dlouhodobou paměť, rozpoznávání myšlenkových vzorců a řešení problémů. A kam patřila logika? K psychologii nebo k počítačové vědě? Jistě ne pouze k filozofii.

Vlivným protějškem Broadbenta ve Spojených státech byl George Miller, který v roce 1960 pomohl na Harvardově univerzitě založit Centrum kognitivních studií. Již v roce 1956 se proslavil pojednáním s poněkud výstředním názvem „Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information“ (Magické číslo sedm plus minus dvě. Hranice naší schopnosti zpracovávat informace).<sup>60</sup> Sedmička naznačovala počet věcí, jež si většina lidí v každém okamžiku udrží v paměti. Mohlo to být sedm číslic (tehdejší typické americké telefonní číslo), sedm slov nebo sedm před-

měťů, které jim ukázal experimentální psycholog. Miller tvrdil, že toto číslo se neustále objevuje i ve zcela jiných experimentech. V laboratořích lidé dostávali vodu s různým množstvím soli, aby se zjistilo, kolik úrovní slanosti dokážou rozlišit. Dále měli najít rozdíly mezi tóny s různou výškou a hlasitostí. Nebo jim na obrazovce na okamžik ukázali náhodné množství teček a zeptali se, kolik jich je (pokud jich bylo méně než sedm, téměř vždy odpověděli správně, a pokud více než sedm, téměř vždy jen hádali). Číslo sedm se zkrátka neustále objevovalo jako prahová hodnota. Miller napsal: „Toto číslo se různě maskuje. Občas je nepatrně větší a jindy zase menší, ale nikdy se nezmění natolik, aby ho nešlo rozpoznat.“

Bylo to očividně velmi hrubé zjednodušení. Miller sám poznamenal, že lidé dokážou poznat jakýkoli z tisíců možných obličejů nebo slovních obrátů a umí si zapamatovat dlouhé posloupnosti symbolů. Aby zjistil, co je to za zjednodušení, uchýlil se k teorii informace, zvláště k Shannonovu chápání informace jako výběru z určitých možností. Prohlásil: „Pozorovatele můžeme považovat za komunikační kanál.“ Tato formulace musela nutně otrávit behavioristy, kteří tento obor opanovali. Informace se přenáší a ukládá – může to být informace o hlasitosti, slanosti nebo čísle. O bitech Miller řekl:

Jeden bit je množství informace, které potřebujeme k rozhodnutí mezi dvěma stejně pravděpodobnými možnostmi. Jestliže musíme rozhodnout, zda je člověk nižší nebo vyšší než 1,80 metru, a víme, že vyhlídky jsou stejně pravděpodobné, pak potřebujeme jeden bit informace...

Dva bity nám umožní rozhodnout mezi čtyřmi stejně pravděpodobnými možnostmi, tři bity mezi osmi stejně pravděpodobnými možnostmi a tak dále. Pokud tedy máme 32 stejně pravděpodobných možností, musíme učinit 5 binárních rozhodnutí za sebou (z nichž každé má hodnotu jednoho bitu), než zjistíme, která možnost je správná. Obecné pravidlo je proto jednoduché – kdykoli počet možností dvojnásobně vzroste, přidá se jeden bit informace.

(111)

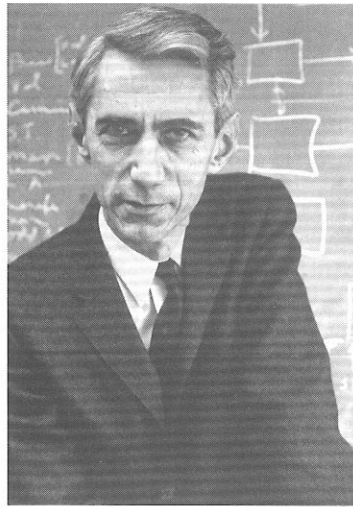
Magické číslo sedm má necelé tři bity. Jednoduché pokusy měřily rozlišení či kapacitu komunikačního kanálu v jediném rozměru. Složitější měření přinášejí kombinace proměnných ve více rozměrech, například formátu, jasu a odstínu. A lidé dělají to, čemu informatici říkají „záznam“, seskupují informace do stále větších bloků dat – například z telegrafních teček a čárek utvářejí písmena, z písmen slova a ze slov věty. Tou dobou už bylo Millerovo tvrzení něčím na způsob manifestu. Prohlásil, že záznam je pro něj „samotným zdrojem životní síly myšlenkových procesů“:

Koncepty a míry, které nabízí teorie informace, poskytují kvantitativní způsob, jak se dostat na kloub některým z těchto otázek. Teorie informace nám dává pomůcku k měření našich podnětů i výkonu našich subjektů... Informační koncepty již prokázaly svou užitečnost ve studiu rozlišování a jazyka, jsou příslibem ve studiu učení a paměti, a dokonce padl návrh, že mohou být užitečné ve studiu utváření konceptů. Mnoho otázek, které se před 20 nebo 30 lety zdály nezodpověditelné, budeme nyní moci znovu prozkoumat.

Tak se rozhýbalo to, čemu se říkalo kognitivní revoluce v psychologii. Hnutí položilo základ oboru, který dostal název kognitivní věda a byl kombinací psychologie, informatiky a filozofie. V retrospektivě někteří filozofové nazvali tuto chvíli informačním obratem. Frederick Adams napsal: „Ti, kdo přijímají informační obrat, chápou informaci jako základní součást ve stavbě mysli. Informace musí hrát svou roli při vzniku psychiky.“<sup>61</sup> Miller rád říkal, že mysl přijela na hřbetu stroje.<sup>62</sup>

Shannon nepronikl do povědomí celé společnosti, ale stal se ikonou v akademických kruzích a občas veřejně přednášel o „informaci“ na univerzitách. Vysvětloval základní myšlenky. Čtverácky citoval z Matouše 5:37: „Vaše slovo buď ano, ano – ne, ne“; co je nad to, je ze zlého.“ Použil to jako základ pro různé pojmy, například bity a redundantní kódování, a zamýšlel se nad budoucností počítačů a automatických strojů. Na Pensylvánské univerzitě řekl: „Myslím, že toto století ještě zažije rychlý vzestup a vývoj všeho, co se týká informací – jejich shromažďování, předávání z jednoho místa na druhé a zejména zpracování, které je snad nejdůležitější.“<sup>63</sup>

K módnímu proudu teorie informace se připojovali psychologové, antropologové, jazykovědci, ekonomové a představitelé nejrůznějších společenských věd, až to některým matematikům a technikům bylo nepříjemné. Módou to nazval sám Shannon. V roce 1956 napsal krátké upozornění ve čtyřech odstavcích: „Naše kolegy z různých vědních oborů přitahují nové postupy, které umožňují vědeckou analýzu. Tyto myšlenky pak používají při řešení vlastních problémů... Pro nás, kteří pracujeme v oboru, je taková vlna popularity jistě příjemná a vzrušující, ale zároveň s sebou nese určité nebezpečí.“<sup>64</sup> Připomněl, že teorie informace je svou podstatou odvětvím matematiky. Sám věřil, že její koncepty budou užitečné i v dalších oborech, ale ne všude a ne tak snadno: „Takové uplatnění není obyčejnou otázkou přetlumočení terminologie do nové oblasti, ale spíše pomalým a obtížným procesem tvorby hypotéz a jejich experimentálního ověřování.“ Navíc měl pocit, že tvrdá práce ještě ani pořádně



Claude Shannon (1963)

nezačala ani „u nás doma“. Pobízela k rozšíření výzkumu a omezení propagace a interpretací.

Co se týče kybernetiky, toto slovo se začalo vytrácet. Kybernetici z nadace Josiaha Macyho se naposledy setkali v roce 1953 v princetonském hotelu Nassau Inn. Wiener se s řadou členů této skupiny rozkmořil a oni s ním přestávali mluvit. McCulloch měl za úkol vše shrnout a jeho slova zněla vážně a hloubavě: „Naše shoda nikdy nebyla jednomyslná. Ale i kdyby byla, nevidím důvod, proč bychom měli mít pravdu.“<sup>65</sup>

Během 50. let 20. století zůstával Shannon intelektuálním vůdcem v oboru, který založil. Z jeho výzkumu vycházela obsáhlá pojednání plná teorémů a slibných směrů dalšího vývoje, která položila základy pro širokou oblast studia. To, co Marshall McLuhan později nazval „médiem“, byl pro Shannona přenosový kanál, který měl projít pečlivým matematickým zpracováním. Uplatnění přišlo okamžitě a výsledky byly hojné: vysílací kanály a kanály odposlechu, kanály s šumem i bez šumu, Gaussovy kanály, kanály s omezeným vstupem a náklady, kanály se zpětnou vazbou i kanály s pamětí, víceuživatelské a vícepřístupové kanály. (Když McLuhan oznámil, že médium je zpráva, bylo to od něho šibalské. Médium se od zprávy liší, ale zároveň je s ní provázané.)

Významu nabyla zvláště Shannonova věta o kódování v kanálu se šumem. Prokazovala, že oprava chyb může účinně bránit šumu a poškození. Nejprve to byl jen dráždivý teoretický detail - oprava chyb si vyžaduje výpočetní techniku, která ještě nebyla levná. V průběhu 50. let však práce na metodách opravy chyb začala naplňovat Shannonův příslib a potřebnost těchto metod byla očividná.

Jedním druhem uplatnění byl výzkum vesmíru pomocí raket a družic. Zde bylo třeba posílat zprávy na nesmírně velké vzdálenosti omezeným výkonem. Teorie kódování se stala klíčovou součástí informatiky. Pokroky v opravě chyb a komprimaci dat šly ruku v ruce. Bez této teorie by neexistovaly modemy, kompaktní disky ani digitální televize. Pro matematiky, kteří se zajímají o náhodné procesy, znamenají kódovací teorémy i míru entropie.

Mezitím Shannon vytvořil další teoretické postupy, ze kterých vycházely budoucí návrhy počítačů. Jeden objev ukázal, jak maximalizovat tok rozvětvenou sítí, kde touto sítí může být komunikační kanál, železnice, rozvodná síť i vodovod. Další vynález dostal výstižný název „Spolehlivé obvody z podřadných relé“ (pro knižní vydání se změnil na „Spolehlivé obvody z méně spolehlivých relé“).<sup>66</sup> Shannon zkoumal přepínací funkce, teorii ztrátové komprese dat a diferenciální entropii. Veřejnost o ničem z toho neměla ani tušení, ale seismické otřesy, které přinesl úsvit počítačového věku, byly všude znatelné a Shannon na tom měl svůj podíl.

Již v roce 1948 dokončil první pojednání o problému, který podle něj „pochopitelně nebyl významný sám o sobě“ - jak naprogramovat stroj k hraní šachů.<sup>67</sup> Lidé se o něco takového pokoušeli v 18. a 19. století, kdy Evropou putovaly různé automatické šachové stroje, u kterých ovšem pokaždé někdo odhalil, že se uvnitř skrývá člověk. V roce 1910 zhotovil španělský matematik a všeučel Leonardo Torres y Quevedo opravdový, zcela mechanický stroj k hraní šachů, který nazval El Ajedrecista. Zvládl jednoduchou koncovku se třemi figurami - král a věž proti králi.

Shannon nyní prokázal, že počítače, které zvládají numerické výpočty, se dají uzpůsobit k hraní celých šachových partií. Výsvětli, že tato zařízení, „jež obsahují tisíce elektronek, relé a dalších součástek“, si uchovají v „paměti“ čísla, která se pomocí důmyslného procesu přetlumočí na políčka a figury šachovnice. Jeho principy se od té doby používají v každém šachovém programu. V tomto dětském věku počítačů mnozí předpokládali, že šachy budou brzy vyřešeny - tedy v úplnosti rozluštny a zcela pochopeny, se všemi jejich cestami a kombinacemi. Mysleli si, že rychlý elektronický počítač bude hrát dokonalé šachové partie, stejně jako se domnívali, že vždy spolehlivě určí dlouhodobou předpověď počasí. Shannon však učinil přibližný výpočet a řekl, že počet možných šachových her je  $10^{120}$  - to je číslo, proti němuž je stáří vesmíru v nanosekundách směšně malé. Počítače tedy nemohou hrát šachy hrubou silou, a Shannon chápal, že tyto stroje budou muset uvažovat podobně jako lidé.

Navštívil amerického šachového velmistra Edwarda Laskera v jeho bytě na newyorské East 23rd Street.<sup>68</sup> Lasker mu navrhl určité možnosti vylepšení.

Když *Scientific American* v roce 1950 otiskl zjednodušenou verzi jeho pojednání, Shannon se neubráníl a položil otázku, kterou si kladli všichni: „Může podobný šachový počítač ‚myslet‘?“

Z behavioristického hlediska se stroj chová, jako by myslel. Lidé vždy předpokládali, že chytrá šachová hra si vyžaduje rozumové schopnosti. Pokud nebudeme na myšlení pohlížet jako na niternou metodu, ale jako na vlastnost, jež přísluší jednání navenek, pak stroj zcela jistě myslí.

V roce 1952 nicméně Shannon odhadoval, že k tomu, aby velkokapacitní počítač zvládl alespoň přijatelnou amatérskou hru, by na programu museli tři programátoři pracovat nejméně šest měsíců: „Problém samoučícího se šachového programu je hudbou budoucnosti, která je ještě vzdálenější než předprogramovaný model. Navržené metody jsou neuvěřitelně pomalé. Stroj by zastaral dříve, než by vyhrál jedinou hru.“<sup>69</sup> Důležité však bylo hledání nejrůznějších cest v otázce, co všechno univerzální počítač dokáže.

Shannon neopomněl pěstovat ani své rozmary. Navrhl a také zhotovil stroj, který počítal v aritmetice římských číslic – například IV krát XII se rovná XLVIII. Stroj nazval THROBAC I. Byla to zkratka názvu Thrifty Roman-numeral Backward-looking computer (Úsporný staromilecký počítač s římskými číslicemi). Vytvořil i „stroj na čtení myšlenek“, který měl hrát dětskou hru na hádání lichých a sudých čísel. Celý tento rozlet fantazie měl jedno společné: šíření algoritmických procesů do nových oblastí – abstraktní projekce myšlenek na matematické objekty. Později napsal desítky stran o vědeckých aspektech žonglování, včetně teorémů a důsledků, a připojil citaci, jak si ji pamatoval od E. E. Cummingse: „Jednou nějaký čubčí syn vynalezne stroj na měření jara.“<sup>70</sup>

V roce 1950 se Shannon snažil navrhnout stroj, který by se sám opravoval.<sup>71</sup> Kdyby selhalo relé, stroj by si ho vyhledal a nahradil. Rovněž zkoumal, zda by šlo zhotovit stroj, který by shromažďoval součásti z okolního prostředí, sestavoval je dohromady a tak se sám reprodukoval. V Bell Labs byli rádi, že Shannon cestuje a přednáší na tato témata. Často při tom ukazoval své zařízení, které se učí poznávat cestu bludištěm. Všichni posluchači však nadšení nebyli. Padlo i slovo „Frankenstein“. Jeden publicista z Wyomingu v novinovém sloupku napsal: „Nejsem si jistý, chlapi, zda si uvědomujete, s čím si tady hraje.“ A pokračoval:

Co se stane, když zapnete jeden z těchto mechanických počítačů a před odchodem na oběd ho zapomenete vypnout? Odpovím vám. Stane se to

samé, co se stalo v Austrálii s králíky. Než spočítáte, kolik je 701 945 240 krát 879 030 546, bude mít každá rodina v naší zemi vlastní počítač...

Pane Shannone, nechci kritizovat vaše experimenty, ale abych byl upřímný, nemám zájem ani o jeden počítač. A velmi mě zarmoutí, až se jich na mě kupa nahrne a bude chtít násobit, dělit nebo dělat cokoli jiného, co umí nejlíp.<sup>72</sup>

Informatik mladší generace Peter Elias, který se zabýval teorií informace, dva roky po Shannonově varování před módními tendencemi publikoval velmi kritickou recenzi pojednání s názvem „Information Theory, Photosynthesis, and Religion“ („Teorie informace, fotosyntéza a náboženství“).<sup>73</sup> Žádné takové pojednání samozřejmě neexistovalo. Byly zde však spisy o teorii informace, životě a topologii; teorii informace a fyzice poškození tkání; teorii informace a administrativních systémech; teorii informace spojené s psychofarmakologií, geofyzikálním výkladem dat, strukturou krystalu či melodií. Elias, jehož otec pracoval jako technik pro Edisona, byl sám skutečným odborníkem, který hodně přispěl k teorii kódování. Nedůvěřoval rozmělněným, povrchním, otřepaným pracím, které se valily přes hranice oborů. Typické dobové pojednání podle něho „rozebírá překvapivě úzký vztah mezi slovníkem a koncepčním rámcem teorie informace a tímtež v oblasti psychologie (nebo genetiky, jazykovědy, psychiatrie či organizace firmy)... Koncepty struktury, vzorce, entropie, šumu, vysílače, přijímače a kódu jsou (v případě správného výkladu) pro obě oblasti klíčové“. To prohlásil za krádež myšlenek. Napsal: „Autor poprvé postavil psychologii na pevný vědecký základ a skromně nechal zbytek práce psychologům.“ Kolegům doporučil, aby přestali krást a začali se živit poctivou prací.

Shannonovo a Eliasovo varování se objevilo v jednom z nových časopisů, kterých stále přibývalo a které se věnovaly výhradně teorii informace.

V těchto kruzích bylo často opakovaným slůvkem slovo *entropie*. Další výzkumník Colin Cherry si postěžoval: „Čteme o nejrůznějších druzích entropie – entropii jazyků, společenských a ekonomických systémů a jejím použití, vesměs ve studiích s chatrnou metodikou. Je to určité plošné zobecnění, kterého se lidé chytají jako tonoucí stébla.“<sup>74</sup> Jelikož tehdy to ještě nebylo patrné, neřekl, že teorie informace začíná měnit směřování teoretické fyziky a biologie a že jedním z důvodů je právě entropie.

Ve společenských vědách byl již přímý vliv teorie informace za zenitem. Specializovaní matematici toho mohli psychologii nabídnout stále méně a naopak mohli stále více přispět informatice. Jejich přínos společenským vědám byl však opravdový – příznivě je ovlivnili a připravili na nový věk, který se blížil. Práce začala a informační obrat už nešlo zrušit.