

来不及装订和在京外印刷的論文，另有单頁。

會議文件
会后收回
編 号:

中国科学院

第三次学部委员会會議学术报告論文集

(数理化部分)

目 录

我国計算技术的成长与发展	中国科学院計算技术研究所(1)
大力开展有关控制論問題的研究	胡世华(6)
多复变数函数論与其他学科的联系二例	华罗庚(16)
高能 π -介子与質子作用的現阶段实验結果	王淦昌等(34)
关于重原子核的壳結構理論	于 敏(37)
原子核結構理論研究工作初步总结概要	高崇寿(48)
固体电子学	吳錫九(51)
深入开展半导体物理研究——迅速攀登世界科学高峰	黄 昆(62)
爆炸在农业中的应用	中国科学院力学研究所(64)
人造卫星軌道变化	中国科学院紫金山天文台(67)
催化研究中若干理論問題	张大煜(72)
高分子化合物研究的成就和展望	王葆仁(79)
我国在留体激素合成方面的工作情况	黄鳴龙(81)

中国科学院学部委员会會議秘書处

1960 年 4 月

我国的計算技术的成长与发展

中国科学院計算技術研究所

一、三年来我国在計算技术方面所取得的成果

在党的正确领导和密切注視下,在短短的三年中,我国計算技术以迅速跃进的步伐建立成长起来。无论在科学或工业生产方面都打下了一定的基础,取得了比較显著的成果。現分述如下:

1. 建立起計算技术研究的科学研究机构,开始了全面的計算技术研究工作:仅以北京計算所为例,在三年中我們先后建立了九个計算机和計算数学的實驗室和研究室。在机器方面我們进行了电子計算机的运算控制、磁蕊存儲、外部設備、电源設備、邏輯設計、机械設計以及新元件等方面的研究工作;在計算数学方面,进行了程序設計、程序自动化、計算方法、机器翻譯等方面的研究。目前,这些研究机构設備日益完善,干部不断成长,各室、組已能独立承担新課題的研究。

2. 試制成功几台电子数学計算机,并在这些机器上完成了若干重大的計算題目:我們在三年中先后分別試制成功了 104、103 等电子計算机。这些机器的速度和性能都比較好。例如 104 机每秒鐘能做一万个运算,这一台机器相当于一万至五万个計算人員的計算力量。在国际上來說,也具有相当的水平。

由于有了这些机器,从 1959 年下半年起,为全国各部門解决了很多国民經济和科学研究的計算題目。如天气預报、大地測量、水文、水坝、建筑結構、铁路、公路、航运、机械制造、机床切削、石油化工、晶体构造、物理探矿等。这些题目的迅速完成,不仅推动了国民經济及科学研究的发展,而且可以为国家节约大量的資金。例如完成了铁路分界点的計算,使今后每修一万公里铁路即可节约四千万元,为社会主义建設事业作出了一定的貢獻。

3. 培养了一批計算技术科学干部,促进了全国各地計算技术机构的建立:通过作机器和各种实际研究工作,以及开办了三屆一年为期的訓練班,陸續地培养出大批計算技术干部,不仅充实了我所技术力量,而且代全国各兄弟单位培养了技术骨干。撒下了种子,促进了計算技术在全国范围内遍地开花。经过 1958 年 9 月召开的专业會議之后,在各地党委的重視下,全国已經建立許多計算技术研究机构,并已在这些机构中开展了多方面的研究工作,而且不少单位已經制成或正在制造电子計算机。可以肯定,在不久的将来,全国将出现广泛地应用和計算技术研究工作百花齐放的新局面。

4. 奠定了我国計算技术工业生产的基础:为了建立計算技术工业生产基础,一开始国家就决定我所与第一机械工业部密切合作。几年間我們合作开展研究,統一培养干部,并与第一机械工业部 738 工厂合作試制了 103 和 104 計算机。经过几年的发展,738 厂已成为我国电子計算机的生产的基地,拥有一批技术骨干和系統的技术資料,开始了电子計

算机的生产。此外在上海、天津、瀋阳、武汉等地的某些工厂,也可以承担计算机的制造任务。

我所实验工厂也不断地壮大,仅1959年就完成了187项产品,已能制造新型的磁蕊、磁鼓、磁带机精密度很高的产品。目前,这个工厂已能独自承担电子计算机的全部制造任务。

二、我国计算技术的成长过程

贫困落后的旧中国,在计算技术方面根本没有留下丝毫遗产。解放以后这项工作才受到重视,1953年以后,逐步在物理所和数学所分别成立计算机和计算数学两个组,共有高初级研究人员十余人,初步作了一些摸索与准备工作。1960年在党的领导下制定了发展科学技术的十二年远景规划,把建立计算技术列为四大紧急措施之一。党明确地指出了要在我国迅速地建立计算技术,必须在人员方面采取先集中后分散的原则,认真学习苏联,积极培养新生力量的正确方针。在这一原则方针指导下,于1956年6月由科学院和其他有关部门合作成立了中国科学院计算技术研究所筹备委员会。于同年9月派出计算技术考察团赴苏学习,并在苏联帮助下制定了具体建所计划。回国后,立即建立组织机构,开办训练班,购置器材设备,准备图书资料,建立实验室,于1957年开始了研究工作。

为了通过实际工作掌握技术,大量培养干部,一开始就确定根据苏联技术资料先试制一台大型快速电子计算机,并确定在苏联专家具体指导下,通过作机器培养干部。以后又增了一台中型计算机的试制任务。计算数学方面当时主要培养干部,向苏联专家学习程序和机器工作的基本方法。全所研究工作就围绕任务开展起来。

当时,由于人员来自各方,知识分子成堆,思想比较混乱。部分研究人员资产阶级思想严重,羡慕资本主义国家学院式的研究方式,只专不红,互不团结。经过1957年伟大的整风反右运动,这一场尖锐的阶级斗争,使全所人员受到一次一深刻的教育,普遍提高了政治觉悟,认清了社会主义建设中两条道路的斗争,肯定了党在科学事业上的领导,开始树立了无产阶级又红又专的新风,为1958年的大跃进打下了思想基础。

1958年和1959年是我所工作大跃进的两年,在党的总路线光辉照耀下,全所同志意志气奋发,日以继夜地苦干,各项研究指标一跃再跃,和1958年“五一”试制成功磁心,“八一”制成的电子计算机,1959年“五一”前夕,制成了我国第一架104大型快速电子计算机;并陆续为全国完成了若干计算题目。每次献礼,全所职工都是以排山倒海之势,克服了重重技术、器材、人力的困难,出色地完成了党交给的任务。

现在103和104计算机都已正常地投入运行,每天平均工作17至20小时。并自行设计和制造了一台数学用的小型串联机器,现在正进行最后调整,估计不久即可交付使用;此外,还开展了很多新的研究课题,如速度更高性能更好的大型快速电子计算机的研究等。在党的立大志攀高峰的号召下,全所同志都以满腔热情和冲天干劲来迎接自然科学发展史上的社会主义时代——六十年代,决心要在三年内使我国计算技术赶上世界先进水平。

三、我国计算技术为什么能够迅速地成长

计算技术是一门比较复杂的综合性的学科,虽然不神秘但也不简单,短短三年中在白

手起家的基础上发展成目前这样壮大的队伍的确不是一件轻而易举的事情。

1. 由于党和国家的重视，在十二年科学规划中把建立计算技术列为四大紧急措施之一，而且几年来在人力调配物资保证方面，都给予了积极的支持，这是我国计算技术迅速发展的根本保证。

2. 由于遵循了党所提的政治挂帅以及在科学研究工作中大搞群众运动的正确方针：三年来坚持不懈地向所内资产阶级思想和不良倾向进行斗争。特别经过党所领导的几次运动，树立了党的领导，并不断地提高了工作人员的思想觉悟，从而鼓舞了大家建设社会主义的热情，自觉地改造思想。例如个别人员，过去思想比较落后，对党三心二意，不相信能领导科学。经过党不断争取教育改造以及历次运动的实际教训，思想已大有改变，在工作中愿意和领导商量，联系群众，有的并已在工作中起到有力的推动作用。由于党的领导不断加强和深入，全所思想面貌焕然一新，普遍树立了以红带专的思想。

同时，也是由于坚持了党所提出的在科学研究中大搞群众运动的路线，大兴协作之风，在历次献礼任务中，我们总是首先发动群众，每一任务都经群众具体讨论，并开展学先进赶先进的竞赛高潮，并制订出具体计划和措施，成立各种组织，如评比组、诸葛亮会、经验交流会、学术讨论会等。使群众智慧得以充分发挥，然后经党政领导周密研究作出决定，召开誓师大会，群众情绪很高，个个献计献策，表示决定。形成了你追我赶一浪高一浪竞赛热潮。同时在群众运动中，很多技术困难突破了，发明创造层出不穷，例如新转业来的学徒陈能尧创造了穿磁心板，使穿磁心这一繁重劳动提高率效几十倍，因而调动了一切积极因素。

3. 由于贯彻了党的“任务带学科”的方针：在这一正确方针指导下，使我所研究工作以极大的深度和广度迅速向前推进。首先，我们一直坚持了通过作机器的任务学习技术培养干部，任务明确，工作开展又很全面，而且便于大量投入干部通过实际工作提高技术水平，有目的地进行实验和阅读文献资料，有计划地进行研究工作。比起资本主义国家单凭灵感地确定研究项目的方式，要少走很多弯路。因此，每完成一个任务，不仅提高了技术水平培养出若干套计算技术干部，而且还制成机器，解决了国民经济对计算技术提出的需求。

4. 虚心学习苏联先进科学技术，认真执行了“自力更生，力争外援”的方针：

我国计算技术发展如此迅速，与苏联的无私援助也是分不开的，从制定41项规划，出国考察，提供技术资料以及派专家具体指导我所研究工作，派三生出国学习等，由于我们虚心认真地学习了苏联先进经验，我们才有可能一开始就把我国计算技术建立在较高的水平上，不致从头摸索，多走弯路，我们对苏联的各种技术经验都认真学习，对每一位聘请的专家总是尽量发挥作用，专家临走就已带出一批徒弟。

但我们也并不躺在别人身上，由于我们破除了迷信，敢想敢干，因此提前完成了试制机器的任务，并取得了辉煌的成果。

四、几点体会及今后的展望

计算技术是一门联系很广的综合性学科，近十余年来发展特别迅速，目前的水平是已有了每秒达十几万次以上的计算机，它已能为科学研究、国民经济和国防上的复杂科学问题，求得较准确的数值解，也可以解决一些非计算性的“能行”的逻辑推理问题。但是为了

更精确地計算高深而复杂的数学問題,目前的計算机的性能就不能解决这些問題了。所以迅速改进計算机的性能是非常必要的。要改进計算机的性能,主要是提高操作速度,扩大存儲容量和使用灵活。要操作速度快,就需要計算机的各个构成部件(运算控制器,存儲器、外部設備)和元件的操作快。計算机的信息是存儲在內、外存儲器和永久性的固定存儲器中。这些存儲容量和操作速度都要加大和提高。要計算机使用灵活,除計算机能作每种运算操作外,还需要輸入輸出方便,如图形、文字、口語的直接輸入和送出。要解决这些問題,除了采用現有无綫电电子学、物理、化学等方面的技术成就外,还要繼續不断地发现新的原理、技术和材料。目前世界各国的計算技术研究工作发展非常迅速,新元件技术层出不穷,但总的趋势是使計算机研究工作向更快、更小、更灵活的方面发展。在計算机的固体化方面,正进行大量的固体元件部件研究工作,如半导体器件(隧道二极管、变容管、冷鍺管等)、磁性元件、磁膜、磁心)、低温超导器件(冷持管、冷子管)及鉄电、光电元件等。利用这些器件的快速开关物理現象来做計算机的邏輯和存儲器件。目前最快的开关時間在1毫微秒以下。

由于电波的轉送延迟(电磁波在空气中的速度是30厘米/毫微秒)及幅射干扰(1米长的导綫在几百兆周时,就是很好的发送接收天綫)就要求元件及綫路小型化。現在在进行一些把元件和綫路做成薄膜形状和其他固体組件的研究工作;如磁膜冷持管,冷鍺管等就是用在真空中出发的薄膜技术做成的。又如現已試制成功的固体組件有在一个立方毫米內的体积內安装一个解发口和二個門路,估計采用电子显微鏡技术,可做到寬度到0.1微米的印刷导綫。这样,在一平方厘米內,将来可以放置約一万个以上的元件。用这种技术做出来的計算机完全可以放在台上,随手使用。

要做到信息輸入輸出快速而灵便,就只有使它电子化。目前的研究除繼續改进光电輸入外,多在如何鑑別文字和手稿及口語的直接輸入,以避免目前穿孔紙帶的轉換过程,快速輸出方面,在靜电印刷、磁粉印刷、固体发光显示等进行研究工作。

除了从这些器件和部件改进外,还要从电子綫路技术上提高。目前的微秒脉冲技术已經太慢而要采用毫微秒脉冲技术及微波技术。这样,就可以給合电子学上的一些新发展来改进計算机。目前国际上已开始进行用隧道二极管的毫微秒脉冲計算机和微波計算机的研究工作。

此外,当然从計算机的邏輯結構和体系安排上也要进行一些研究工作,以配合現有的和正在研究的器件和技术来改进計算机的性能。近年来从数理邏輯方面已开始了邏輯机,学习机的理論研究和从生物、心理等方面使用計算机来模拟个别神經活动过程的研究都将有助于計算机的发展。

根据我們自己的經驗,对于我国計算数学的发展有如下的体会:

1. 計算数学是一門直接联系实际的学科,通过我国社会主义建設的具体任务来带动这是門学科发展的根本道路,計算数学的研究工作必須針對具体的問題和現代的計算工具(即电子計算机),不然就会事倍功半,理論脱离实际。

2. 由于我国社会主义建設中計算任务的艰巨和日益增长的重要性以及計算数学本身科学上的特点,建立相应的固定的机构及专业的計算数学工作队伍是必要的。以計算数学室为例,早在三年以前成立了机构,培訓专业干部。已經成为我国計算数学先头部队的技术骨干力量,現在看来这个做法是正确的,問題不是搞多了、办早了,而是数量上还是大大

的不够,科学水平上还需要大大地提高。

結合着电子計算机对于我国社会主义建設的应用的主要方面,計算数学的发展大致有三个方面:

1. 科学技术中的数学問題的計算方法,这里主要的是綫性和非綫性的数理方程問題和高阶有穷方程組問題的数值解法,其中如复杂区域的,复杂边界条件的,三維的,非綫性的,特高阶的問題在目前还远沒有解决。

2. 国民經济中的数学問題的計算方法,这里包括规划运筹問題,統計問題,計劃經濟問題等的計算方法。把計算机广泛应用于国民經济領域将带来巨大的經濟效果。

3. 机器进行信息加工問題。 这里包括程序自动化,机器翻譯,机器进行情报处理,机器模拟智能,生产自动化的系統組織和工作过程問題等;着重在这些問題的算法形成和程序實現的方面。

总之,計算技术是一門綜合性学科,它的发展依赖于旁的学科的研究成果,同时,它又能帮助旁的学科来发展。 以这些机器为一切精确科学部門提供了无可伦比的研究工具。这种工具真正可以为科学开拓新的領域。我們應該尽快地把計算技术发展起来。为了迅速发展我国的計算技术就需要繼續在党的领导下,全国一盘棋,計算机一条龙的方式搞大协作、大跃进,用联合作战,重点突破的战术,早日使它赶上和超过世界先进水平。

大力开展有关控制論問題的研究

胡 世 華

(中国科学院数学研究所)

一、控制論研究的根本問題

現在我們正面临着一个新的工业革命的前夕。我們党指出,“……由于电子学和其他科学的进步而产生的电子自动控制机器,已經可以开始有条件地代替一部分特定的脑力劳动,就象其他机器代替体力劳动一样,从而大大提高了自动化技术的水平。这些最新的成就(按:指原子能和自动化方面的成就),使人类面临着一个新的科学技术和工业革命的前夕。”关于这个革命“就它的意义來說,远远超过蒸汽和电的出現而产生的工业革命。”(周恩来:“关于知識分子問題的報告”1956年1月14日①)

电子学、計算技术、通訊技术的进步,由之新的自动控制机器的产生和应用可以把特定的脑力劳动交給机器去承担,自动化水平的大大提高,这些就是控制論这一門新兴学科的形成和发展的时代的背景。控制論是在生产和科学技术发展的前提下,在各方面提出类似的或共同的問題的研究中形成和发展起来的。

关于什么是控制論的問題是值得討論的。“控制論”的原名来自希腊文“領航人”、“舵手”,所以直譯可以是“舵手之学”,意謂控制的科学。1955年学习譯丛編者首先提出用“控制論”这一名詞,現在看来,作为一門学科的名称是恰当的。然而,我們如果把控制論理解为最广义的关于控制的科学,或者說,凡是一种研究,只要是关于控制的,就認為是属于控制論研究的范围,这样把控制論研究的范围划得太广了,因为一切科学都可以說是为了控制客观世界的。法国的数学家、物理学家安培(A. M. Ampère)在1845年出版的书里在考虑科学分类問題时他曾幻想建立关于管理国家事务的科学,取名为控制論。我們觉得,如果把控制論研究的范围扩大到安培的控制論的范围,无疑是太为广泛了。可是,控制論的名称还是恰当的,因为它所反映的是現在科学技术中极为广泛的各个方面的研究的共同的对象共同的規律,它所关心的是許多門原来距离很远的研究中的共同問題。这些問題都与自动控制有关,看来也不大能使用更加狹隘的名称了。

控制論的形成和发展主要是由于以下几个方面的研究。

第一、自动化問題的研究;特别是由于高速电子計算机的出現,对于自动化的发展有了进一步的推进,从而展开了新的更复杂的自动化問題的研究。控制过程,自动化系統的組織构造問題的研究成为十分迫切(如自动化系統的分析、綜合与設計問題的研究)。生产过程和交通运输的控制要求在更高的程度上自动化,軍事控制方面也提出更高的自动化的要求,使防空等軍事行动都更加自动化。由于自动化的广泛的发展,許多事务性的工作如銀行,图书資料的自动化問題的研究也提上日程了,科学研究如数学研究的自动化,化学、物理实验的自动化,医疗工作中的病例处理、診斷、处方等自动化問題的研究也都在

日益开展之中。除此之外,在对电子计算机的使用的研究中,发现出它所具有的更为广泛的功用,如,它能进行机器的翻译以至为音乐家作和声配乐的工作等等。究竟在多大的程度上,可以用物质的装置来替代人的脑力劳动?如何把原来要由人来完成的工作交给机器?在自动化和计算技术的发展中自然会提出这样的问题来。

第二、感觉官能的延伸和强化问题及现代通讯技术的研究。人在徒手工作的时候要**看、听、摸**,在自动化中也要使机器具备类似人所具有的**视、听**等感觉官能的感受器。雷达,可以说,就是一种很强大的感受器。这种感受器一方面为机器进行原来由人来进行的活动时所需要,另一方面是扩大或延伸人的肉体的感受器的功能。为了使感受器接受信息,为了进行远程控制和测量,需要传递信息。近代的通讯技术与自动化也是密切结合的。这就要进行对于信息的传递、变换、存储等问题的研究。

第三、在研究上面所讲到的感觉官能的延伸及通讯技术中的问题时,对于生物有机体的有关问题的研究自然会显示出巨大的意义。例如,在细胞中在精子中如何存储遗传信息的?这些信息是如何编码的?遗传信息如何在新的有机体发育过程中再现出来的?这种问题的研究是有巨大的技术意义的。我们知道,一个分子中包含的信息量同一本很厚的书中所记载的信息量差不多,大自然在它进化中所创造出的信息编码方法远不是我们目前的技术所能做到的,我们应当向大自然学习。

第四、由于自动化的要求,更为本质的是思维活动的机器模拟的研究,包括用机器进行演绎、归纳推理,用机器来作证明及学习,用机器来自动处理各种情报。例如,要使机器能够更好地作医学诊断,它要能在新的医学成就上改进它的“处方”活动,它要能学习,要能自动处理医学方面的文献,用新的信息来改变它自己的活动规律。

在上述四个方面的研究中提出了控制论研究的共同的问题。

有些关于控制论的讨论中给人一种印象,好象上面所讲到的四个方面的研究成果都属于控制论的范围。这种印象是不应该有的。控制论是与这些研究有关的,而且关系是深刻的。控制论研究的职责是要解决其中的问题,甚至在解决这些问题中起它很根本性的作用,然而,这不等于说这些问题的解决是纯粹地为控制论的研究所解决的。

那么控制论的对象究竟是什么呢?

我们应当尽量明确地刻划这一门学科的研究对象。这样做在实践上是必要的。因为,对象不明确,目的性也不会明确,它在社会主义建设中的任务是什么,它的基本研究是什么,在进行控制论问题研究的准备中需要什么基础知识,应当如何组织研究力量、培养干部,控制论的发展前途和方向都不会明确。一个对于“控制论”的科学定义要能够反映它的研究的对象的本质,反映它所研究的根本问题,也要反映这一学科的发展现状,把实际进行中的控制论问题的研究都包括在其中,并容许这一门学科的进一步发展和新方向新领域的开拓。

控制论是研究自动机、信息及二者关系的理论和科学。自动机是机器、自动化系统和生物的数学抽象。在控制论里对自动机的研究包括对自动机的功能、结构、运动、发展规律的研究,结构的研究包括分析综合以及对机器及自动化系统的逻辑设计的研究。在控制论里对信息的研究中包括对信息的形成与变换(加工)问题的研究。在控制论里对自动机与信息的关系的研究中包括信息在自动机中形成、变换(加工)、存储(编码)和传送问题的研究。

一种研究,它如果是着重地把研究的问题看作是一个关于自动机的问题、看作是关于訊息或者关于訊息与自动机的关系问题,那么这种研究就是一种控制論性质的研究。例如,在自动化问题的研究中,如果我们把自动系统当作一个自动机来研究它的结构研究它的函数的或功能的特点,这就是一种控制論的研究。再例如在研究机器翻译中,我们如果把翻译过程当作在自动机中语言訊息的一般的转换过程问题来研究,这也是一种控制論的研究。

控制論一方面并不代替各門其他有关科学的研究,另一方面却以其它学科研究中某些有关问题的研究作为自己的任务和应用,并对这些学科的研究以深刻的影响。例如在自动化问题的研究中执行元件的设计,计算机的体型问题的研究对自动化有很巨大的意义。可是这不是控制論所研究的。可是在自动机研究中要研究如何从一些元件构造出自动机的问题,研究如何以不可靠的元件构造出可靠机器的问题,这种研究对于执行元件与计算机体型问题的研究有决定性意义。又如遗传学是研究亲本到后代的遗传关系的科学,我们如果从控制論的角度看,遗传学所研究的是遗传訊息如何編碼、传递的问题,控制論中对訊息的編碼、传递、转换的一般规律的研究,显然,对遗传学有巨大意义。

控制論的研究对数学发展的影响将是方向性的。

控制論的研究不能代替各門科学,也不能为各門学科所代替,然又与其他学科有广泛联系并影响其他学科的发展。

二、控制論所担負的一些任务

在这里,我們想提出几項有关控制論问题的研究,并借以說明我們对于控制論的性质

的看法。

(一) 思维活动的机器模拟——邏輯机研究

思维活动的机器模拟的研究集中地体现为邏輯机的研究。邏輯机的研究对于科学技术的发展有突出的重要性,它应当引起我国科学技术工作者的注意。它也是控制論工作者的一项重要的任务。

世界上最早的邏輯机在十三世紀时就被卢勒斯(R. Lullus)創制出来了,比起巴斯格創制第一架原始的数字计算机(1642)几乎早約四百年。卢勒斯的邏輯机是很原始的,在他之后还有过一些邏輯学家創造了較为进步的邏輯机[注一],可是仅仅在现代計算技术及自动化的迅速发展中,邏輯机的巨大的现实意义才充分地显示出来。计算机本来是用来完成数值計算的,可是在使用计算机的过程中发现计算机也能用来进行一些邏輯推理的过程,如进行翻译、編計算程序等,同时,在使用计算机来解决自动化问题时,更加显示出許多原来要由人的思维活动参加的活动要交給机器去完成,要机器去完成更多的邏輯推理的过程。在自动化程度日益提高的过程中,在事务性的邏輯推理工作日益繁重的情况下,邏輯机的作用和意义日益明确地显示出来了。

邏輯机是在一定程度上可以模拟人脑活动的机器,例如模拟人脑的演繹、归納推理等活动,借以提高推理速度、提高脑力劳动的效率、提高自动化的程度。由于邏輯机的研究对于国防、生产及科学研究有深刻影响,苏联等兄弟国家及西方国家都对这种机器的研究

[注一] 如英国人斯坦霍普(E. Stanhope, 1753—1816)創制了他称之为証明器(Demonstrator)的邏輯机,此后杰芳斯(W. S. Jevons, 1835—1880),馬昆(A. Marquand, 1853—1924)都曾創制过邏輯机。

很重視。下面,我們想通过例子說明一下邏輯机的现实意义。

目前在苏联和其他国家对于用来自动处理科学情报的邏輯机(科学訊息机或訊息邏輯机)的研究很重視。苏联科学院院长涅斯米揚諾夫及其他科学界代表人物一再強調这种机器的重要性。现在的科学文献浩如烟海,就化学一門來說就涉及一万种以上的期刊。由于文献积累速度的不断提高,为研究工作而查閱文献这一件事情日益繁重、困难以至无法进行了。有人說,如果不怕浪费物资,研究从头做起,干脆不看文献,比查看文献还要快[注二]。

苏联在1957年的科学院通报上就公开地发表了訊息机的計劃和一些工作指标。他們当时就在进行制造試驗型的訊息邏輯机的准备工作。这架机器很大,有10亿个二进位数的容量的存儲器。它有这样的功能。它可以对科学文献自动地作出文摘。在接收科学情报时,对那些已有的,重复的情报和那些可以从已有的情报中經過簡單推导而得的情报都自动删节,把那些不能从已有情报中簡單推导出来的新的情报自动整理好存儲起来。机器要能进行演繹的、归納的推理,能回答人們向它提出的問題。它在回答問題时并不是把“記憶”中的現成的内容輸送出来,而是需要在机器里进行“推理”之后才給出回答,好象人在回答問題时要思考一番似的。它还能在一定程度上模拟一个脑力劳动者的学习过程。它会在“閱讀”文献时吸取文献中的新的、“有意义”的内容,記下人們向它提出問題时作出的“有意义”的回答,成为它的新的“記憶”中的内容。苏联科学院院报上說,“这已經不是被动的学习,而是主动地积累經驗——主动的‘自学’”了。

用不到很費思考,就可以想到这种邏輯机的意义是要远远地超出科学研究的情报的自动处理的范围的,能够迅速、准确地自动处理科学情报,当然也可以迅速、准确地自动处理其他种类的情报的。我們愿在这里提醒大家一件事情。苏联在1957年公开发表科学訊息机的若干指标的时候,正是在美国透露出他們尚未完成的全国性的賽其防空系統之后。美国統治集团吹嘘他們的自动化防空系統中的大型电子計算机,似乎他們可以肆无忌惮地侵略我們而不会再受到回击。可是苏联所发展的邏輯机是美国所望尘莫及的。这件事情不是与苏联在宇宙火箭方面的領先一样,意义重大嗎?

另一种強大的邏輯机称为証明机。証明机的研究在邏輯机的研究中是具有战略性、方針性意义的。証明机的出現將促使数学科学及其他有关科学的研究工作的面貌引起根本性的变化。

数学家在証明数学定理时所凭借的物質工具,除了文献之外主要是紙和笔。在証明机創制成功以后,数学研究主要不再是依靠紙和笔以至用紙張裝訂起来的书籍杂志(文献);而是依靠証明机;研究工作要依靠操作証明机来进行,正象工人在車床上工作一样。这样,数学研究就要脱离“手工生产”的时代进入“机器生产”的时代而引起数学的飞跃发展。那么,将来数学家是怎样地在这种“新式車床”上进行工作的呢?

原则上是这样的:

我們先来考察一下,数学家是如何証明一个定理的。例如要証的定理是 A ,那么 A 的証明是按照一定秩序、一定規律排列起来的数学命題的序列,如

$$(1) \quad A_1, A_2, \dots, A_n$$

[注二] 見涅斯米揚諾夫“展望我們科学的明天”譯文載“科学通报”1960年第2期。

其中 A_n 即 A 。我們說,這是一個包括 n 步的證明[注三]。數學家在構造出(1)這樣一個證明,往往要進行高度創造性的腦力勞動,用到有洞察力的辯證的思維邏輯,可是也會用到十分繁重的,複雜的,然而不是創造性的或較少創造性的腦力勞動。在構造(1)時一般並不能夠那樣順利地由第一步 A_1 到第二步 A_2 ,以至證完。構造(1)時,往往要先猜測其中的某些中間步驟。如果猜對了,它們會是

$$(2) \quad A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k} \quad i_1 < i_2 < \dots < i_k = n$$

這種猜測是創造性的。猜測中的命題往往構成一個重要定理的證明中的輔助定理。經過這種猜測,繁重的,大量的,然而較少創造性的工作是補足(2)的間隙,以使它成為一個完整的證明如(1)。在數理邏輯的研究中已經證明[注四],不可能造出一架機器,使得我們可以把任何一個數學猜測送進機器,讓機器回答它是否是一個定理。可是,如果象(2)那樣的猜測是對的,間隙又不是大得太不合理,機器可以把間隙補上,造出完整的證明,最後把定理肯定下來。數學家將會這樣地操作證明機來進行數學研究:他做出一些猜測,讓證明機運轉起來,試企讓機器來補足其間的間隙。機器的補足工作會在特殊的顯示裝置上顯示某些要為數學家所知道的機器工作的特點,數學家可以借以判斷他原來的猜測是否有錯誤,是否要更改中間步驟,以至增入中間步驟,一直到使機器最後完成證明,這是一種需要高度創造性的新形式的更為高級的腦力勞動,它還要要求數學家在顯示器上善于觀看“火色”。

證明一般是不能完全交給機器的,只有判定問題已經完全解決的數學理論的定理的證明,才可以完全交給機器去做[注四]。證明機的研究,開始於用計算機去作判定問題已經解決的數學理論中定理的證明,和作已經由人工證明過的定理重新用機器作出證明的實驗。然後設計適合於作定理的證明的機器。各國對於證明機的研究是很重視的,他們正在從事於上面所說的實驗工作。中國科學院數學研究所從去年起用我國自己製造的計算機很成功地開始了這種實驗工作。

我們所說的證明機現在還沒有實現。證明機的研究現在還剛剛開始,一系列的問题(包括控制論的,邏輯的和技術的問题)有待於解決,有些問題還需要經過長期努力,克服許多困難才能解決。研究任務是很艱巨的。可是,可以肯定地說,它已經開始走上解決的道路了。證明機已經不是什麼科學幻想了。

數學底邏輯與其他自然科學、特別是一些精密科學底邏輯是統一的,自然,證明機的意義絕不局限于數學這一門科學,它對於一切科學的理論研究都將有深刻影響。證明機是一種帶有通用性的邏輯機,甚至我們就稱之為通用邏輯機也完全是恰當的。正象通用計算機的產生大大地擴大了計算機的使用範圍與顯示出計算機的威力,通用邏輯機的產生將在科學技術的發展中引起巨大的影響。通用邏輯機,是思維的強有力的輔助工具,是思維的顯微鏡,它是提高人類的思維的邏輯技巧和速度的武器。

正象顯微鏡沒有可能代替人的眼睛一樣,邏輯機是不能代替人腦的。

有必要在這裡從控制論的角度來對邏輯機與計算機的關係問題作一些說明。

[注三] 何謂“一個 n 步的證明”這裡不拟解釋了。

[注四] 本來數學問題的解決是一個問題一個樣子解決的。數理邏輯中證明論的研究中揭露了數學證明的規律,使得一類一類的數學問題可以有統一的方法去加以解決。一個數學理論中的問題的統一解決的方法如果已被找到,那麼我們即說這個理論的判定問題已被解決了。

有人也許會這樣問：計算機也可以做邏輯機所能做的事情，那麼是不是只要研究計算機就够了，用不到邏輯機了？我們知道，為進行數值計算為目的的通用數字計算機上解決邏輯問題至今只是試驗性的，也只能是試驗性的，邏輯機所要求的有些性能是計算機所不具備或具備了也是不強的。如果把計算機當作邏輯機來使用，那麼，通用計算機就是一種很特殊的專用機。理論上講，凡是計算機都是邏輯機^[注五]，可是，並不是所有的邏輯機都是計算機。“邏輯機”的概念，比起“計算機”的概念來，外延更廣。不過，在習慣上，稱之為邏輯機的那種機器，是指不是以進行數值計算為主要目的的那種邏輯機。

以進行數值計算為主要目的數字計算機將永遠是一種頭等重要的機器，在科學技術的發展中的重要性是只會日益增高不會減低的，數字計算機問題是計算技術研究的中心問題。適應於電子計算機的計算數學的中心問題是計算方法。計算技術與計算數學的中心問題是不可以模糊的。

邏輯機的研究與計算機的研究負擔着不相同的任務，各有其重要性。計算機和邏輯機研究在和平競賽中都有巨大的意義是不待多言的。

通用的邏輯機是目前所能想象得到的模擬最高級的精神活動、思維活動的、複雜的自動機，它的研究要解決複雜的訊息加工問題和自動機綜合問題。我們知道，反饋是使機器自動化起來的最本質的特徵，它使機器賦有嶄新的特徵。人在操作邏輯機時，人參與了反饋。將在怎樣的程度上引起人的思維活動的性質的改變呢？這裡會提出一系列的重要的理論問題。邏輯機的研究將帶動控制論和數理邏輯研究各個方面的問題的研究並促進新理論的形成和發展。

解決邏輯機問題所應進行的專題研究主要屬於數理邏輯，計算技術，自動學與語言學。其中數理邏輯的專題研究是很大量 and 重要的，包括機器的邏輯設計，機器語言的建立，用機器進行演繹、歸納推理和“學習”等問題的研究；計算技術要解決機器的技術問題，特別是提高運算速度和擴大存儲量的問題，擔任着重要的任務；自動學解決邏輯機的特殊輸入輸出裝置，也很重要。至於應用邏輯機來解決其他各門科學中的問題，則主要屬於各門具體科學的研究範圍。邏輯機的研究要在各有關方面的密切合作下進行。

（二）技術革新和技術革命中的大量的任務

以機械化、半機械化、自動化、半自動化為中心的技術革新和技術革命運動，現在正在氣象萬千，波瀾壯闊地，沿着全民性的軌道，迅猛異常，勢如破竹地向前發展着。它將橫掃一切陳舊的東西，引起我們偉大祖國的面貌的新的變化。

在生產自動化的過程中，控制論負有大量的任務。控制論的大量任務是對自動裝置、自動化系統（如自動生產綫以至自動化工廠）進行邏輯設計。

在生產自動化的發展過程中，也要採用比較“土”的自動化裝置，例如用到繼電器的控制裝置。在自動機械、遙控機械、通訊設備、鐵路信號化系統、電氣閉塞設備等許多地方都要用或可用繼電器來實現自動化。許多地方，按上一個不太複雜的繼電器的控制裝置之

[注五] 使用數理邏輯的術語我們可以對計算機、邏輯機及二者關係作如下的精確的陳述：計算機所能完成的過程是可以用算法來描述的，這種過程具有可計算性，或遞歸性或波斯特（Post）的雙正規性（“可計算性”，“遞歸性”，“波斯特的雙正規性”等概念是等價的）。借邏輯機所能完成的過程是可以用演算來描述的，這種過程具有遞歸可枚舉性或波斯特的正規性（“遞歸可枚舉性”與“波斯特的正規性”也是等價的）。而波斯特的雙正規集是正規集的真子集。

后就可以大大提高劳动生产率,节省大量的人力。继电器接点网络的逻辑设计工作就将是大量的。

在自动化的发展中,会更多地采用比较“洋”的或者是“洋”的控制装置。这时候大量的、品类繁多的各种电子专用计算机将被大量地采用,就以自动化車床上使用的专用计算机来说,就将是各种各样的;不同的車床要有不同的专用机。大批的专用机会对于技术方面没有什么特殊要求,可以不发生很多电路设计方面的问题,可是不同的专用机却要进行不同的逻辑设计。这种逻辑设计工作又将是大量的。

在机械化、半机械化、自动化、半自动化的全民运动更为广泛的开展中,逻辑设计工作与逻辑设计的研究工作由于它的广泛性和大量性,将采用大搞群众运动的方式进行。这样,在技术革新和技术革命的群众运动里,在展开群众性的设计和科学研究活动中必将产生出为资产阶级专家所难于想象的奇迹来。

在设计一个控制装置的时候首先要做的事情是弄清楚控制过程的规律,对控制过程作精确的数学的描述——算法描述。有了描述控制过程的算法,逻辑设计工作是进行满足算法要求的控制装置的逻辑框图设计。逻辑设计包括控制过程的算法描述和逻辑框图设计。有些情况下算法是给定的,例如设计某些并无特殊要求的通用计算机,逻辑设计只是框图设计。在解决生产过程的自动化问题时,控制过程的算法描述工作就是首要的而且是大量的。在群众性的技术革命运动中,解决大量的自动化问题,自然只有依靠群众自己。只有直接参与生产劳动的群众才是最清楚生产过程的细节的,因之群众最能弄清楚控制过程的细节,对控制过程进行算法描述并设计出机器来。同一个控制对象,可以有不同的控制方法,对于控制过程可作各种不同的(虽然是等价的)算法描述,以至不同的控制装置。在搞逻辑设计的群众运动中,群众会创造出巧妙的算法描述,做出各种多、快、好、省的元件、电路、逻辑设计、控制装置。例如群众会创造出既易于掌握、制造、调整,又十分便宜,有各种优点,远远超过象继电器,磁心元件的元件来。群众在工作中能够很快地掌握逻辑设计这种控制论的知识,运用这种知识在自动化中做出历史奇迹,进一步推进控制论科学的研究,使控制论成为社会主义建设的有力工具和群众的精神财富。逻辑设计的知识,控制论的知识需要普及。专业的控制论工作者,有责任在控制论的普及的基础上进行提高的工作。

技术革命的更进一步的发展是解决全盘自动化的问题。在解决全盘自动化问题时控制过程的算法描述是更为艰巨而大量的,逻辑设计的研究将显得更加迫切。可是,在解决全盘自动化问题时,控制论的研究将远远地超出逻辑设计的范围,控制论将更加深入到技术中去,深入到元件和元件的物理的、化学的问题中去。

逻辑设计的研究属于数理逻辑的范围。由于逻辑设计工作不能孤立地进行,研究工作必须深入到实际中去,与实际密切结合起来。

(三) 创造新的电子元件

在建立一个高度复杂的自动化系统的时候逻辑设计问题的研究和电子技术及有关工程技术问题的研究一般都是重要的。在许多情况下,技术问题的解决更加重要,更带关键性。例如,在目前我们在研制更高水平的以进行数值计算为主的高速通用电子数字计算机时,最根本的问题是技术问题,不是逻辑设计问题。因为,根据计算工作者的要求,我们要使计算机有更高的速度,更大的存储量,更小的体型等。如果计算机的速度能够提高

一級,那么,计算机的性能就会引起本質的变化,使許多原来无法用计算机解决的問題得以解决。

在解决全盘自动化的問題中,在解决高度复杂的自动控制問題中,創制新型的具有特殊性能的电子元件往往是具有关键性意义的。例如,超小型的电子元件的研究,对于计算机技术与自动化就有决定性的意义。

一般地会认为电子元件的研究不属于控制論的范围,甚至与控制論沒有多大关系。其实不然,其中有些重要問題的研究和解决,有待于本質上是控制論性質問題的探討。

举例來說,一个电子计算机的插件,在控制論的理論里就是一种特殊的自动机。比如有一种要大量使用的插件 A , 包括一个很复杂的电路,要用許多晶体管、电阻、电容,占很大的体积。 A 是一个自动机,它从它外部接收一定形式的訊息,按照在计算机中对它要求的职能对这些訊息进行加工,然后以一定形式送出訊息。 A 的功能,我們可以用一种算法,例如, $\mathfrak{A}$, 来加以描述,我們可以說 A 是实现算法 $\mathfrak{A}$ 的。現在我們不管 A 是怎样构造起来的,我們可以按控制論中的自动机邏輯(或自动机理論)对 $\mathfrak{A}$ 作各种等价变换,包括对 $\mathfrak{A}$ 的按照某种标准的簡化,得 $\mathfrak{A}_1, \mathfrak{A}_2, \dots$ 使

$$\mathfrak{A} \sim \mathfrak{A}_1 \sim \mathfrak{A}_2, \dots,$$

$\mathfrak{A}_1, \mathfrak{A}_2, \dots$ 虽与 $\mathfrak{A}$ 等价,然而与 $\mathfrak{A}$ 并不相同,因为用这些算法进行計算的結果虽然相同,然計算的原始步驟和組織規律是可以相异的。然后,例如,根据我們对于半导体的知識,設法找出一种半导体 A_i , 它本身就是能够实现算法 $\mathfrak{A}_i$ 的,这样我們就可以以 A_i 来代替 A , 而 A_i 可能就是一种极微小的占极少体积的插件了。这里,找出满足一定条件的算法的等价变换是在解决这种元件問題中很带关键性的研究,这是控制論中对控制过程的算法描述問題的研究。在这里我們也可以清楚地看出,控制論問題的研究与物理学問題的研究之間的區別和深刻联系。

电子技术工作者,計算技术工作者,結合自己的专业知識,运用控制論的技术和方法,可以在創制出新的电子元件中,作出巨大的貢獻,解决自动化中的重大問題。这样也会开拓控制論研究的新的領域。

对于新的电子元件的控制論問題的研究应当以电子学工作者为主,在其他方面的控制論工作者配合之下进行。

(四) 生物学中控制論問題的研究

生物学中的控制論問題的研究是指对于生物高分子、病毒、噬菌体、細胞以至高級神經系統的结构、功能和活动規律的邏輯特征的研究。也就是把它們当作自动机来研究。一个生物高分子就是一个(微观的)自动机,一个高級神經系統就是一个(宏观的)自动机。对于这些自动机进行控制論的研究,就是研究它們如何由更为簡單的自动机或自动机的单元构造起来的,它們在活动中如何转变它們自己的结构,如何接受訊息,传送訊息,存儲訊息,对訊息进行加工和輸出訊息。

这种研究有两方面的意义:

一方面,可以从研究中理解生物的調节、发育、新陈代谢、遗传变异的邏輯規律,从而为解决医疗、創制新的化学合成材料、培养新的生物品种提供綫索和方法。这种研究对生物学本身的研究有很大意义。使用电子装置来模拟生物过程,就属于这种研究的范围。

另一方面,生物学中控制論問題的研究对于自动化也有很大意义。一个神經系統是

一个由神經元构成的神經网络。神經元能放出脉冲使它邻接的神經元兴奋或抑制,它很象有两个稳定状态的电子网络或继电器接点网络。电子网络中的单元象延迟綫、門电路、触发器,从功能方面讲是神經网络的单元的簡化和模拟;整个电子网络就其功能来说就是对神經网络的簡化和模拟。至今,如何构造出优越的电路借以构成所需要的电子网络是电子技术中长期研究的问题。对生物的神經系統进行控制論的研究可以对創造新的自动机中所需要的网络提供有价值的参考資料。对生物学中的微观的结构,象生物高分子的控制論的研究,对自动化也是很有价值的。恩格斯指出:“生命是蛋白体的存在方式,这种存在方式实质上就是这些蛋白体的化学成分的不断自我更新。”由于蛋白質分子是由巨大数目的氨基酸所組成,使得蛋白質具有巨大的多样性,以至由之与核酸一起产生生命现象。氨基酸分子和蛋白質分子都是自动机。我們在創造高效能的元件和自动机,在寻求如何由简单的自动机組合成复杂自动机以至改变自己結構的新方法,寻求自动机里訊息的存儲、传送、加工、編碼的新方法时,各种(包括宏观的、亚微观和微观的)生物自动机可以提供无穷尽的无比优越的范例。

生物学中控制論問題的研究应当以生物学工作者为主,在其他方面的控制論工作者配合之下进行。

下面我們还将列举一些有关控制論的研究任务。

三、关于开展控制論問題研究的一些意見

(一) 在各有关科学研究領域里广泛开展控制論問題的研究,在广泛和深入的基础上发展控制論的基本理論。

在各个研究領域里进行控制論問題的研究中都要用到共同的理論工具和方法,这些理論工具和方法就属于前面讲到的訊息、自动机及二者关系的理論,这是控制論的基本理論。控制論的基本理論是在計算技术、自动控制和遙控、通訊技术、数学、語言学、生物学的研究中提出了許多邏輯問題,在研究和解决这些問題的过程中形成和发展起来的。現在控制論的基本理論已經成为数理邏輯中最有生命力的有机的組成部分了,它在数理邏輯里属于递归可枚举理論及自动机邏輯的范围[注六]。

运用控制論的基本理論的理論工具和方法去解决各个不同領域中的有关控制論的具体問題,以服务于社会主义、共产主义建設的需要,是发展控制論的主要道路。在解决这些具体問題中必将促进控制論基本理論的进一步的完善和发展,以使它能提供更有力的工具和方法,更有利于具体問題的解决。

(二) 控制論的研究应当以任务、专题为中心,在各有关方面密切协作下采用联合作业的方法来进行。

以下所列举的专题研究(包括二、中所举的四个任务)看起来是与控制論有关的很重要的研究:

1. 生产自动化的系統設計、邏輯設計和工作过程理論問題的研究。
2. 新电子元件的研制。
3. 程序自动化問題的研究。

[注六] 从理論上讲,递归可枚举的理論包括自动机邏輯。然而由于自动机邏輯发展迅速,它有独出的趋势。

4. 生物高分子(蛋白質、核酸、酶)的功能、結構,訊息在生物高分子中的儲存、傳送、加工等問題的研究。

5. 生物的調節、代謝、生長(細胞分裂)、遺傳、進化等問題的研究。

6. 高級神經活動和神經網絡功能問題的研究。

7. 機器的視能、聽能等感覺官能問題的研究。

8. 機器翻譯問題的研究。

9. 機器進行文獻、情報的自動處理問題的研究。

10. 機器進行演繹、歸納推理、證明、“學習”、環境適應等問題的研究。

11. 機器進行醫學診斷、處方等活動的研究。

以上列舉的研究項目是很不完全的。

在目前,控制論應當以解決自動化問題作為自己的最重要的任務。

(三) 批判控制論研究中的唯心主義、形而上學觀點

十八世紀時法蘭西的傑出的唯物主義哲學家拉·美特利(Julian Offroy de La Mettrie, 1709—1751)在他的名著“人是機器”一書中把人比作最複雜的機器。他證明世界上只存在着統一的物質的實體,宣傳了唯物論,反對教會,在法國資產階級革命進行思想準備工作方面起了重大作用。拉·美特利在當時是有進步性的。可是在資本主義已經發展到帝國主義正在一天一天爛下去的今天,西方學者利用控制論的研究,強調人就是機器,甚至人還不如機器,就是非常之反動的。這種“理論”無非是誇大自動機的作用,貶低人類財富的直接創造者工人的作用,借以達到奴役勞動人民,進行無止境剝削而已。

幾種對於控制論的錯誤態度和觀點是應予批判駁斥的。有些同志,把控制論的科學內容和西方控制論著作中包含的唯心主義的、形而上學的思想和觀點混為一談,對控制論採取了取消主義的態度,這是錯誤的。控制論的基本研究、任務和在各個科學技術領域中的應用的科學意義,正如我們前面所討論的,是無可懷疑的。即令我們不採用“控制論”這一名詞,如前面所描述的那種科學研究仍然是重要的,也仍然必須要進行的。有人把控制論的研究範圍劃得太廣,以至無所不包,誇大其作用,那也是錯誤的。至於利用控制論作反科學反人民的工具,以服務於反動政治,那是應予揭穿和徹底的批判的。

控制論的研究開始於西方國家中的資產階級學者。在他們的著作中,除了科學內容之外,包含着大量的唯心的和形而上學的觀點。為了使控制論得到健康的發展,必須一方面對控制論研究的成果作辯證唯物主義的闡明,另一方面對各種唯心的、形而上學的觀點予以深刻的分析批判。控制論必須在馬克思列寧主義思想指導下發展。

有關控制論的唯心主義、形而上學觀點的批判,應當運用毛澤東思想武器,在專題研究中進行。