

YAPAY US ve GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE BİLGİSAYAR KULLANIMI

HAMİT FİSEK

UDK: 518.9:621.391

ÖZET

Bu tebliğde bilgisayar biliminin kuramsal dallarından birisi olan "yapay us" konusu, gelişmekte olan ülkelerde bilgisayar kullanımı açısından incelenmektedir. Konu özet olarak tanıtılmakta, başlıca sorunlar belirtilmekte ve bu alanda yapılan araştırmalar anlatılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde özellikle yurdumuzda bilgisayar kullanımı sorunları ele alınmakta ve yapay us çalışmalarının bu sorunlara ne tür çözümler getirebileceği incelenmektedir. Sonuç olarak yapay us alanında ilerlemelerin, gelişmekte olan ülkelerin bilgisayar kullanım sorunlarına kısmi olarak çözüm getirebileceği tezi ortaya konulmaktadır.

SUMMARY

Artificial intelligence, one of the theoretical branches of computer science, is discussed with special attention to the use of computers in underdeveloped countries. The subject is introduced in brief with its fundamental problems and current research in this area is surveyed. Finally it is proposed that the advances in the field of artificial intelligence may partially be useful in solving the problems of computer usage in underdeveloped countries.

1. GİRİŞ

Yapay us, bilgisayar biliminin, kuramsal ve genel olarak uygulamadan uzak olarak bilinen bir dalıdır. Genellikle "yapay us" denildiğinde akla gelen satranç oynayan bir bilgisayar olur. Gerçekte de satranç oyunu yapay us çalışmalarının başlamasında ve gelişmesinde önemli bir araç olmuştur, bu gün de uluslararası bilgisayar-satranç turnuvaları yapılmakta ve bu turnuvalara çok sayıda programlar katılmaktadır. Ancak bugün yapay us konusu çok daha kapsamlı bir konudur: bu alanda yapılan ilerlemeler tüm bilim dünyasını etkilemeye başlamıştır. Gelecekte ise "uslu" bilgisayarların insan yaşamını çok yönden etkilemesini bekleyebiliriz. Bu bildirinin ilk bölümü, yapay us alanının tanıtılmasına, ikinci bölümü ise gelişmekte olan ülkelerde, özellikle Türkiye'de bilgisayar kullanımı durumunun ve sorunlarının özetlenmesine ayrılmış ve iki konu arasındaki ilişkilerin saptanmasına çalışılmıştır.

Hamit Fişek, Y.Prof.Dr., ODTÜ

2. YAPAY US - ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

Yapay us kavramına kesin bir tanım vermek olanak dışıdır. Kavramın tanımlanmasında başta gelen güçlük henüz "us" kavramının psikologlar tarafından yeterli olarak tanımlanmamış olmasındadır. Ancak us kavramını genel anlamında kullanmak bizim için yeterlidir. Günlük yaşantıda us kavramında odaklanan anlamı, üç ayrı yetenek olarak görebiliriz.

1. Öğrenme, tecrübeden yararlanabilme yeteneği.
2. Genelleme, örneklerden genel kavram ve kurallara varabilme yeteneği.
3. Yeni durumlara uyabilme, evvelce karşılaşılmamış sorunları çözümleyebilme yeteneği.

Bu yetenekleri olan kişi uslu kişidir, bu yeteneklere dayanan davranış ise uslu davranıştır. Dolayısıyla yapay us bir makinanın bu yeteneklere sahip olması veya bu yeteneklere sahip olduğunu gösterir davranışları olmasıdır. Yapay us çalışmalarının amacı bu yetenekleri olan makineler geliştirmektir diyebiliriz. Hemen akla gelen ve uzun süredir tartışılması devam edegelen sorun bu amaçın olanak içinde olup olmadığıdır. Tartışmanın bu kadar uzun sürmesindeki başlıca neden, uslu davranışlar, yalnızca yukarıda belirttiğimiz yetenekleri gösteren davranışlar değil, aynı zamanda nedenlerini anlayamadığımız fakat amaçlarında başarıya ulaşan davranışlardır. Bu noktayı bir örnekle açabiliriz: Aritmetik bilmeyen ve otomatik hesap makinası görmemiş bir kişi için, toplama-çıkartma yapan bir makin a çok uslu bir makina olarak gözüktür, ancak aritmetik bilen ve makinanın aritmetik işlemlerini nasıl yaptığını anlayan bir kişi için, aritmetik işlem yapmakta us görmek olanak dışıdır. Daha karmaşık bir düzeyde satranç oynayan bir makina çoğunlukla uslu bir makina olarak kabul edilir, ancak makinanın programını inceleyenler, makinanın değil uslu, tamamen aptal olduğuna karar verirler. Gerçekte bir makinanın veya başka bir deyimle bir bilgisayar programının uslu olup olmadığına karar vermek son derece güçtür. Burada bir karar ölçüsü olarak genellikle kabul edilen Turing sınavından (Turing, 1950) söz etmek gerekir. Tu-

6. teknik kongre

ring sınavının ana hatlarını şöyle özetleyebiliriz: Karar verecek kişi teleks kanalıyla bir diğer insana ve bir de "uslu" bilgisayara bağlıdır, ancak hangi teleksin kime bağlı olduğunu bilmez. Kişi teleks kanalıyla insan ve makinaya sorular sorar, aldığı cevaplara göre hangisinin insan hangisinin makina olduğunu anlamaya çalışır. Kişi bilgisayarı insandan ayırt edemezse o zaman bilgisayar Turing sınavına göre usludur. Bu "deney" açıkça gerçekten uygulanmak için değil ancak karar işlemine kavramsal olarak ışık tutmak için önerilmiştir. Sınamanın dikkat edilmesi gereken yönü, çok sıkı bir ölçüt getirdiğidir: Bilgisayara ancak insan kadar uslu olduğu zaman uslu diyeceğiz. Ancak us nicel bir kavramdır. Bir bilgisayardan değişik düzeylerde uslu davranış bekleyebiliriz. Bilgisayarın gösterdiği uslu davranış düzeyi çalışma alanına göre değişebilir, her alanda bilgisayarın insan kadar uslu Olmasını beklemek ancak insafsızlık olur. Bugün bilgisayarlar tıbbi teşhisler yapmakta, çeşitli mühendislik projeleri hazırlamakta, kimyasal analizler yapmakta, matematik teoremleri tanıtmaktadır. Sağduyulu kişi bu işlemleri yapan programlarda uslu davranış görmek zorunluğundadır.

Yapay us konusunun ana hatlarını tanıttıktan sonra, Konuyu daha kesin olarak tanıtabilmek ve örnekleyebilmek için buluşsal (heuristic) programlama kavramına bakmamız gerekir.

Buluşsal programlama kavramını açıklamak için, yapay us çalışmalarının klasik örneği satranç oyununu örnek olarak kullanabiliriz. Satranç deterministik bir oyundur, kuramsal olarak bir bilgisayarın oyunu en başarılı şekilde oynaması beklenebilir, ancak uygulamada sorun bu kadar yalın değildir. Satranç oyununun bilgisayar belleğinde bir "ağaç" olarak temsil edildiğini düşünelim) ağacın her noktası bir oyun durumu, ve noktadan çıkan çizgiler, bir oyun ile elde edilebilecek tüm değişik oyun durumlarını gösterebilir. Böylece ağacın bir düzeyinde oyuncunun (yani bilgisayarın) tüm olanaklı oyunları,, bir sonraki düzeyinde rakibinin tüm olanaklı oyunları bulunacaktır. Ağaçta başlangıç noktasından başlayarak, çeşitli "yol"lar izlemek olanak dahilindedir. Bir yolun sonuna varıldığında, son duruma bakıp oyunu kimin kazandığını saptamak ve dolayısı ile o yolu başlatan oyunu iyi veya kötü olarak değerlendirmek olanaklıdır. Böylece ağaçta bulunabilecek her yol taransa bilgisayar en iyi oyunu seçebilir. Ancak satranç oyunu için kurulacak ağaçta 10^{120} kadar yol olduğu tahmin edilmektedir. Bu sayıda yolun incelenmesi için gerekli bilgisayar zamanı ancak asırlarla ölçülebilir. Sorunun sonlu bir çözüm uzayı vardır ve bu uzayı aramak için bir de algoritma vardır, ancak bu algoritmayı uygulayarak çözüm uzayını aramak olanaksızdır. Gereken; çözüm uzayını, bu örnekte oyun ağacını, aramak üzere bazı kurallar geliştirmek, kısa yollar bulmaktır. Verdiğimiz örnekte ağacın aranması gereken kısmını çok küçülten alfabetik isimli bir kural geliştirilmiştir. Bu kural bir "buluşsal"dır. Sorunların çö-

zümü için kapsamında bu tür kurallar kullanılan programlara buluşsal (heuristic) programlar veya yapay us programları diyoruz.

3. TARİHSEL GELİŞİM VE UYGULAMA ALANLARI

Uslu makina kavramının gelişmesi bilgisayarların gelişmesine tam bir koşutluk göstermektedir. Makinaların da uslu davranışlar gösterebileceği düşüncesi ilk defa olarak Babbage (1792-1871) tarafından ortaya atıldı (Armer 1963). Hatırlanır ki Babbage ilk otomatik hesap makinasını yapan şahıstır. Ancak, İkinci Dünya Harbi ve hemen sonrasında modern bilgisayarlar çağına girmemize kadar, bu düşünceye tekrar ancak romanlarda rastlanıyor. Modern bilgisayarın süratli gelişmesi, yapay us konusunun birden canlanmasını ve çok güncel bir konu olmasını sağlamıştır. Özellikle 1950'ler konunun felsefi yönleri hakkında ve çok sayıda yapılan araştırmaların neticeleri üzerinde yazılan makalelerle doludur. (Bu dönemdeki yayınların genel özeti için Fergenbaum ve Feldman'a bakılabilir.) Bilgisayar bilimi ve endüstrisinin bu dönemde büründüğü çok ümitli hava, yapay us çalışmalarında da görülebilmektedir. Bazı araştırmacılara göre insanın her derdini çözecek kadar uslu bilgisayarların yapılması, an meselesidir. Ancak yapay us sorunlarının bu kadar kolaylıkla çözümlenemeyeceği, makinalardan en basit düzeyde bile us belirtileri elde etmenin çok uzun çalışmalara bağlı olduğunun ortaya çıkması çok zaman almamıştır. Aşırı ümitlerin çökmesi bu alandaki çalışmaların bir süre azalmasına yol açmışsa da, daha gerçekçi bir çerçeve içinde ve daha kısıtlı amaçlara yönelik yapay us çalışmaları 1960'larda tekrar çoğalmıştır, özellikle ABD ve SSCB'nin geniş kapsamlı uzay programları, bu çalışmaların artmasının en önemli nedeni olmuştur. Uzay araştırmalarının gerektirdiği robot türü aygıtların kontrolü ancak belirli bir us düzeyi gösteren bilgisayarlarca yapılabilir. Robotbilim bugün yapay us dalının en gelişmiş ve üzerinde en çok çalışılan dalıdır. Bu alanda yapılacak ilerlemelerin uzay araştırmalarından başka bir çok teknolojiye etkileyeceği bir gerçektir.

Yapay us'un belli başlı diğer uygulama alanları, matematik, örüntü tanıma, doğal dil anlama, oyun oynama ve genel problem çözmedir diyebiliriz. Matematik alanında çalışmalar iki noktada odaklanmaktadır: Teorem tanıtlama (Slagle, 1971) ve sembolik işlem (Slagle, 1971). Teorem tanıtlama ancak deneysel aşamada, genellikle programlar bir üniversite öğrencisi düzeyine erişebilmekte, daha üst düzeylere varamamaktadırlar. Henüz bilgisayar insan tarafından tanıtlanamamış bir teoremi tanıtlamayı başaramamıştır. Sembolik işlem programları ise uygulamada kullanılabilir düzeyde gelmiştir. Bilimsel çalışmalarda sembolik işlem programlarından yararlanılmaktadır.

Örüntü tanıma (pattern recognition) çalışmaları, iki değişik yönde yapılmaktadır. Birinci yönde, sembolik veya aritmetik verilerde örüntü bulabilen programların geliştirilmesine çalışılmaktadır, örne-

6. teknik kongre

ğın, bilgisayar kendisine verilen bir seri sayının hangi kural veya fonksiyonlara göre meydana geldiğini bulmaya çalışmaktadır. İkinci yönde ise televizyon kamerası veya diğer optik bir aygıttan bilgisayara verilen görüntünün tanınmasına çalışılmaktadır. Bu sorun robot uygulamaları için önemlidir, ancak bilgisayarın insan el yazısını okuyabilme yeteneğini kazanması, insan-bilgisayar iletişiminde önemli bir aşama olacaktır (Uhr, 1973). Genel olarak örüntü tanıma sorunu temelde tümdengelim mantığına göre çalışan bir aygıt olan bilgisayarı, tümevarım mantığına göre çalıştırmak sorunudur, bu nedenle uygulamada olduğu kadar, kuramsal açıdan da önem taşımaktadır. Bu konudaki araştırmalar oldukça gelişmiş, basit geometrik şekilleri ayırt edebilen ve basılmış sayıları okuyabilen programlar yazılmıştır, ancak el yazısı okumakta henüz başarı elde edilememiştir.

Doğal dil anlayan programlar üzerinde çalışmalar yapay us araştırmalarının önemli bir bölümünü meydana getirmektedir. Henüz bu konuda tam başarı elde edilmemekle beraber, ilerlemeler vardır. Konu hem dilden dile otomatik çeviri yapabilmesi olanağı sağlanması, hem yazılı metinlerin bilgisayarlarla incelenmesi olanaklarının gelişmesi, hem de bilgisayar programlama işlemlerinin kolaylaşması bakımından açık önem taşımaktadır.

Çeşitli oyun oynayan programların geliştirilmesi yapay us alanının ilk araştırmaları ve alanın temel kavramlarının ve kuramsal yapısının gelişmesinin nedeni olmuştur. Alanın kuramsal önemi nedeniyle çalışmalar devam etmektedir. Bu güne kadar bilgisayar için programlanmamış oyun kalmış olması olasılığı çok düşüktür. Programların çoğu ise ortalama insan yeteneklerinin üzerinde sonuçlar almaktadır.

Genel problem çözümü, (Ernst, Nevell 1967) yapay us kavramının en soyut uygulaması olarak çok dikkat çekmiştir. Amaç herhangi bir soruna cevap verebilecek bir program yazılmasıdır. Sorunun güçlüğü göz önünde tutulursa, yapay us araştırma alanları arasında en az başarının bu alanda elde edildiğine şaşmamak gerekir.

Çeşitli bilim ve teknoloji dallarında teker teker geliştirilen yapay us uygulamaları bir bütün ortaya koymamakla beraber, yapay us alanındaki araştırmaların en büyük kısmını ortaya koymaktadır. Bu tür çalışmalara örnek olarak, tıbbi teşhis programları, tesis planlaması programları, üretim-hattı dengelemesi programlarını gösterebiliriz.

4. GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE BİLGİSAYAR KULLANIMI

Yapay us çalışmalarının, gelişmekte olan ülkelerde bilgisayar kullanımı açısından önemini değerlendirebilmek için bu tür ülkelerde bilgisayar kullanımı durumuna kısaca bakmak gerekir. Kendi ülkemizi örnek olarak alırsak, bu konuda son yıllarda yazılmış raporlardan (Çınar 1973, Epir 1972)

edinilen bilgilere göre durumu kısaca şu şekilde özetleyebiliriz: Yurdumuzda 1972 yılında 5'i büyük makinalar olmak üzere 82 bilgisayar bulunmakta ve bilgisayar merkezlerinde 418 personel çalışmaktaydı. Bu personelin sistem analizci ve programcı nitelikte olanları 239 kişi kadardı. Kullanım etkinliği hakkında kesin veriler bulunmamakla beraber, bu konuda rapor hazırlayanların izlenimleri kullanım etkinliğinin çok düşük olduğu, yüzde otuz (Çınar 1973) kadar alçak bir düzeyde olabileceğidir. Kullanım etkinliğinin bu derece yetersiz olduğunun nedenleri arandığında raporlarda belirtildiği gibi, elimizde olan özet bilgilerden bile bir neden bulma olanağı vardır; teknik personel sayısı makina sayısına göre açıkça yetersizdir. İlerisi için yapılan tahminlere baktığımızda (Epir, 1972) 1980 senesinde yurdumuzda bilgisayar sayısı 250 ile 400 arasında olacak ve teknik personel ihtiyacı ise 5000 ila 7000 arasında olacaktır. Yurdumuzda eğitim kuruluşlarında bilgisayar bilimi eğitimi gelişmeye başlamakla beraber, yakın bir gelecekte personel ihtiyacının karşılanabilmesi olanak dışıdır. Bilgisayar teknik personeli eksikliğinin gittikçe artması beklenmelidir.

Bilgisayar teknik personeli yetersizliğine yalnız sayı açısından değil nitelik açısından da bakılabilir. Bu konuda kesin veriler olmamakla beraber, söz konusu raporlarda belirtildiği gibi açık olan gerçek son yıllara kadar yurdumuzda bilgisayar bilimlerinde sistematik eğitim olmayışıdır. Bugün merkezlerde çalışan teknik personelin çoğunluğunu eğitimlerini başka alanlarda görüp, sonradan Bilgisayar alanında pratikle yetişenler oluşturmaktadır.

Bu noktaları özetler ve Türkiye örneğinden gelişmekte olan diğer ülkelere genelliyebilirsek, sayı ve nitelik bakımından teknik personel yetersizliğinin, bilgisayar kullanımının en önemli sorunlarından biri olduğunu söyleyebiliriz. Yapay us bu problemin çözümü ile ne şekilde ilgilidir? Genel prensip açıktır: Bilgisayar ne kadar uslu olursa etkin kullanımı için gerekli teknik personelin sayısı o kadar az ve eğitimleri o kadar kolay olacaktır.

Yapay us çalışmalarının önemli bir kısmı olan doğal dil anlama çalışmalarını, gittikçe doğal dillere benzeyen bilgisayar dillerinin gelişmesine yol açmaktadır. Bilgisayar dillerinin doğal dillere benzerliği, öğrenimlerini kolaylaştırmakta, aynı zamanda program yazılması, düzeltilmesi ve değiştirilmesi işlemlerini kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmaların ideal sonucu olarak doğal dili teknik eğitim görmüş bir kişi kadar anlayabilen bir bilgisayar düşünülebilir ki bu bilgisayarı kullanmak için özel bir dil öğrenme zorunluluğu olmayacaktır. Bu ideal henüz uzak olmakla beraber bilgisayar dillerinde bu yönde gelişim açıktır. Aynı sonucun değişik bir yönü bilgisayarın kendisine verilen programdaki basit yanlışları düzeltebilirlerdir. Örneğin FORTRAN dili ile program yazma tecrübesi olanlar, bilgisayarın, haklı olarak, çok aptal bir

6. teknik kongre

aygıt olduğu kanısına varırlar; unutulmuş bir virgül, verilen komutun anlamı tam olarak açık olsa bile, tüm bir programın çalışmaması için yeterli bir nedendir. Daha "uslu" bir bilgisayardan bu tür yanlışları düzeltmesini bekleyebiliriz. Yapay us alanında, özellikle doğal dil konusunda bir çok çalışmalar bu amaca yöneliktir. Programcının daktilo ve gramer hatasını düzelterken derleyiciler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bir çok ticari derleyicilerde bu yolda gelişmeler görmek mümkündür.

Bu yönde gelişmelerin bilgisayar teknik personeli eğitimini büyük çapta kolaylaştıracağı açıktır. Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerde personel yetersizliği sorununun çözümüne yapay us çalışmalarının katkısı olması beklenebilir. Dikkat edilmesi gereken bir nokta bu yöndeki çalışmaların, gelişmiş ülkeler açısından, gelişmekte olan ülkeler açısından olduğu kadar önem taşımamıştır. Teknik personel sorunlarına gelişmiş ülkelerde geniş çapta çözüm getirilmiş, eğitim olanakları yeterli bir düzeyde geliştirilmiştir.

Yapay us'un, gelişmekte olan ülkelerde bilgisayar kullanımı ile ilgisini diğer bir açıdan görmek için bu tür ülkelerin teknik personel yapısının başlıca özelliğini hatırlamak gerekir. Yurdumuzda da, öteki gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi teknik personel "piramit"inin bozuk olduğu bir gerçektir. Bozukluk özellikle piramidin orta kısımlarındaki personelin azlığında bulunmaktadır, üst düzeydeki teknik personelin çalışmalarını desteklemek için gerekli orta düzey teknik personel bulunmamaktadır. Daha açık bir deyimle, teknisyenden çok mühendis bulunmaktadır.

Yapay us çalışmalarının amacı -uslu bilgisayar geliştirilmesi- usun çok boyutlu ve nicel bir değişken olduğu göz önünde tutularak gerçekçi bir düzeyde değerlendirildiğinde, bilgisayarların yakın bir gelecekte, gerçekten yaratıcı us gerektiren sorunları çözebilecek bir düzeye gelebilecekleri, ancak daha yakın, mekanik düzeyde us gerektiren sorunlara cevap verebilecek düzeye gelebilecekleri kanısı yaygındır. Bu sorunu değişik deyimlerle tekrarlayabiliriz. Yakın gelecekte uslu bilgisayarların teknisyen düzeyinde bir çok işlemleri yapabilir düzeye gelmeleri olanak içindedir, örne-

ğin, mühendisin doğal dile yakın bir dille verdiği tanımdan veya kaba çizilmiş eskizden teknik resim çizen bir bilgisayar sisteminin geliştirilmesi yakın gelecekte beklenebilir. Her alanda mühendislik tasarımlarının büyük kısımları bilgisayarlara bırakılabilir; yalın sentez problemlerini çözebilen programların geliştirilmesi olanak içindedir.

Uslu bilgisayar geniş çapta teknisyen düzeyindeki işleri üslenebilecek bir aygıt olacaktır, ülkemizin ve diğer gelişmekte olan ülkelerin teknolojik kalkınmasında bu tür bir aygıtın önemli bir düzeyde yardımcı olacağı açıktır. Böyle bir gelişmenin bilgisayar kullanımı açısından sonuçlarını değerlendirmek için bilgisayar kullanımının, kullanım alanına göre dağılımına bakmak gerekir. Epir'e (1972) göre yurdumuzda kamu sektöründe kullanılan bilgisayar zamanının ancak % 8'i mühendislik uygulamalarına aittir, özel sektörde ise bu oran daha da küçüktür. Batıda bilgisayarların icadı ve gelişmesinin teknolojinin isteklerine dayandığı ve bugün de teknolojik uygulamaların bilgisayar gücünün büyük bir oranına sahip çıktığı düşünülürse, bu durum şaşırtıcıdır. Bu durumun nedenleri ne olursa olsun, teknisyen görevi yapan bilgisayarların gelişmesinin teknik alanlarda bilgisayar kullanımını artıracığı, bugün atıl kalan bilgisayar gücünün büyük çapta kullanılacağı bir gerçektir.

5. SONUÇ

Yapay us çalışmalarının ilerlemesinin gelişmekte olan ülkelerde bilgisayar kullanımını olumlu yönde etkileyeceğini, kullanım etkinliğinin artacağını bekleyebiliriz. Bu tür ülkelerde bilgisayar kullanımını düşük etkinlik düzeyindedir; buna neden olarak iki önemli gerçeği, bilgisayar teknik personeli yetersizliğini ve teknik alanlarda bilgisayar uygulamalarının az olduğunu kabul edersek, yapay us çalışmalarının sorunlara çözüm getirmekte katkılarının olacağı açıktır.

Genellikle, ancak kuramsal açıdan önemli görülen bu bilgisayar bilimi dalının, gelişmiş ülkelerden farklı olarak gelişmekte olan ülkelerde, bilgisayar kullanımını bakımından uygulama düzeyinde önem taşıması ilginçtir.

KAYNAKLAR

- 1) Çınar, Ü., "Informatics and Administrative Decision Making"; International Institute of Administrative Sciences Working Group on Informatics and Administration; Nice Colloquium, Nisan 1973
- 2) Epir B., Kılan K., Koksall A., "Turkish Report" OECD Seminar on the Problems and Policies of Computerization in Public Administration. Ankara, Temmuz 1972
- 3) Fergenbaum E., Feldman J., Computers and Thought, - McGraw-Hill, 1963

- 4) Slagle, J.R., Artificial Intelligence: The Heuristic Programming Approach; McGraw-Hill, 1971
- 5) Turing, A.M., "Can a Machine Think"; Fergenbaum, E., J. Feldman, Computers and Thought; McGraw-Hill, 1963
- 6) Armer, P., "Attitudes Toward Intelligent Machines" / in Fergenbaum and Feldman, Computers and Thought, McGraw-Hill, 1963