

Augmented Reality

Lect. Cristian USCATU
Catedra de Informatică Economică, A.S.E. București

Augmented Reality (AR) is a fast expanding research field, with applications in almost every domain of human activity. It is sometimes identified as the “return to reality”, after the fascination and concentration of efforts on the Virtual Reality. In opposition to the VR – which immerses the user in fully computer generated environment – the AR brings computer generated elements and superimposes them over the real world, thus enhancing it, “augmenting” it from an informational point of view. AR adds computer generated video, graphics, audio and other sensorial inputs to the real world, through the use of computer controlled electronic or optical-electronic devices. This concepts is closely related to the ubiquitous computing, the two of them interacting to fulfill their purpose of enhancing human experience of the world. AR systems combine real and virtual world, in a real time interactive environment, which makes use of a 3D registering position system (Azuma, 1997).

Keywords: augmented reality, computer generated graphics, reality, virtuality, ubiquitous computing, wearable computer.

Originea și semnificația termenului

Realitatea virtuală este deja un termen consacrat, ce desemnează medii generate în totalitate de calculator, în care utilizatorul este complet „scufundat”, pierzând orice legătură cu mediul real. Între cele două poluri ale

realității (real și virtual) au apărut niveluri intermediare. Milgram (Milgram and Kishino, 1994; Milgram, Takemura et al. 1994) descrie o taxonomie a continuumului real-virtual (figura 1).

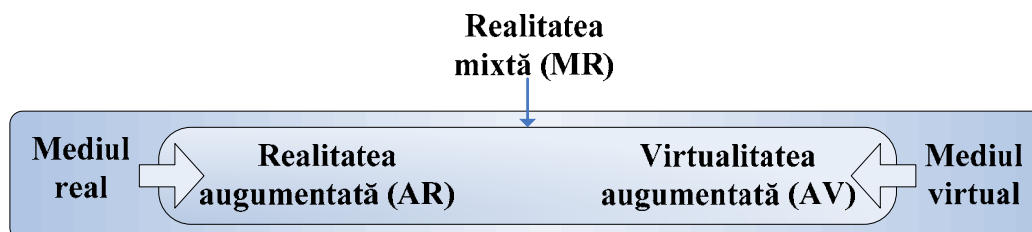


Fig.1. Continuumul real-virtual (Adaptare după Milgram, op.cit.)

Conform acesteia, există niveluri în cadrul cărora se îmbină elemente reale și elemente virtuale, generate de calculator. Acestea formează realitățile mixte. Apariția ideii de realitate virtuală a provocat un mare entuziasm și o cercetare și dezvoltare asiduă a domeniului. Odată ce fascinația a făcut loc rațiunii, s-a constatat că scufundarea în mediul virtual aduce cu sine unele probleme, legate de pierderea contactului cu mediul real.

Mișcarea „înapoi la realitate” s-a concretizat în apariția nivelurilor de realitate mixtă, în care sînt combinate în diferite proporții elemente reale și elemente virtuale pentru a pro-

duce un spațiu ancorat în mediul real dar mult mai bogat din punct de vedere informațional. În aceste realități mixte, mediul real nu mai este înlocuit de cel virtual ci îmbunătățit prin adăugarea de elemente virtuale.

De exemplu, utilizatorul poate purta ochelari aparent obișnuiți, prin care vede lumea reală, dar lentilele sînt mici ecrane transparente pe care sînt generate elemente grafice care se suprapun peste imaginea lumii reale, oferind un surplus de informație, îmbunătățind interacțiunea și experiența omului cu locul respectiv (figura 2).



Fig.2. Exemplu de realitate augumentată
(imagine preluată din (Bonsor, HowStuffWorks, 2001))

Originea termenului de realitate augumentată este disputată. În timp ce unele surse o plasează în diferite lucrări de la începutul anilor '90, altele indică o lucrare mult mai veche, din 1968. Indiferent de lucrarea citată, există un consens asupra faptului că s-a pornit de la dispozitivele numite HUD (Head Up Display – afișaj la nivelul ochiului). Cea mai veche lucrare este a lui Ivan Sutherland, care a construit în 1968 un prototip funcțional. Acesta era format dintr-un ecran opto-electronic transparent montat la nivelul ochiului, hardware pentru generarea elementelor grafice virtuale și un sistem mecanic de urmărire a poziției în spațiul real, pentru a permite îmbinarea elementelor reale cu cele virtuale. Cele 3 componente corespund accepțiunii moderne a sistemelor AR, conform definiției lui R. Azuma (Azuma, 1997). Sistemul lui Ivan Sutherland este considerat a fi punctul de origine atât pentru domeniul realității virtuale, dar și pentru cel al realității îmbunătățite. Conform descrierii autorului „semioglindile din interiorul prismelor prin care privește utilizatorul îi permit acestuia să vadă atât mediul real înconjurător cât și imaginile produse de tubul catodic, suprapuse peste imaginea reală. Astfel, imaginile afișate pot să apară fie suspendate în aer, plutind liber, fie suprapuse peste hărți, birouri, pereți

sau tastatura unei mașini de scris.” (Sutherland, 1968).

La începutul anilor '90 au apărut numeroase lucrări de pionierat care descriau cercetări efectuate deja, în curs sau propuse, legate de realitatea augumentată. Termenul este atribuit adesea lui T.P. Caudell și D.V. Mizell (Caudell, Mizell, 1992). Deoarece articolul este urmare a unor cercetări efectuate, probabil termenul era deja folosit de către cei doi în anii anteriori.

Milton Krueger a folosit o varietate de tehnici (incluzând lasere, imagini generate de calculator, ecrane uriașe etc.) pentru a instala în stil muzeal în spații reale (Krueger, 1991).

O propunere de cercetare a lui Thad Starner ce făcea referire la termenul realitate augumentată a stat la baza dezvoltării ulterioare a laboratorului media la MIT și a proiectului calculatorului care poate fi „îmbrăcat”.

O influență majoră în impunerea termenului au avut-o lucrările lui Feiner și MacIntyre (Feiner, MacIntyre, 1992), (Feiner, MacIntyre, 1993a), (Feiner, MacIntyre, 1993b).

Definiția acceptată astăzi este cea sintetizată de R. Azuma (Azuma, 1997), conform căruia

un sistem AR:

1. *combină* elemente ale mediului real cu elemente virtuale, generate de calculator;
2. este *interactiv* în timp real;
3. *urmărește* în timp real poziția utilizatorului și a obiectelor în mediul real, în sistem tridimensional.

AR, UC și WC

În cazul AR, locul în care are loc interacțiunea om-calculator nu mai este limitat la ecranul unui calculator ci se dizolvă în spațiul și obiectele din jur, în întregul mediu înconjurător. Utilizarea sistemului informațional nu mai este neapărat un act conștient și premeditat. De aceea conceptul de realitate augmentată este strâns legat de cel de calcul ubicuu (Ubiquitous computing – UC) și calculator „la purtător” (Wearable Computer – WC), fără a se identifica cu acestea.

Calculul ubicuu urmărește transformarea calculatorului din aparat de sine stătător și integrarea diferitelor componente în mediul natural (pereți, uși, mobilă etc.), permițând o interacțiune mai naturală a omului cu sistemele informaționale.

Calculatoarele „la purtător” sînt calculatoare de mici dimensiuni, integrate de obicei în hainele utilizatorului, alte obiecte atașate în mod uzual de corp (brățară, telefon mobil hands-free etc.) sau atașate de corp prin diferite mijloace (nu e cazul dispozitivelor PDA, ținute în mână).

AR are nevoie de un calculator la purtător, dar nu este un calculator de interes general ci unul dedicat unei anumite utilizări. Calculul ubicuu menține ideea de interacțiune conștientă și premeditată. Cele trei domenii de cercetare se întrepătrund uneori atît de mult încît granițele devin neclare și se confundă foarte ușor.

Componente ale unui sistem AR

În mod tipic, un astfel de sistem are trei mari componente:

1. un calculator cu accelerator grafic pentru generarea elementelor de realitate virtuală;
2. dispozitiv montat pe cap pentru a suprapune imaginea virtuală peste cea reală;

3. sistem de urmărire a poziției și orientării. Cercetările în domeniul sînt încă într-un stadiu de început, fiind apanajul unor universități și companii de vîrf. De aceea prototipurile existente au un aspect neatrăgător (figura 3). Figura 3 prezintă un prototip de sistem AR dezvoltat de Universitatea Columbia, în care pot fi identificate ușor cele trei elemente. Scopul final este miniaturizarea și integrarea componentelor într-un dispozitiv unic, ușor de atașat (de exemplu la centură) combinat cu afișaj similar ochelarilor obișnuiți.



Fig.3. Prototip de sistem AR (imagine preluată de la Universitatea Columbia (Proiectul MARS),

http://www1.cs.columbia.edu/graphics/projects/mars/images/AR/ISWC/1_backpack.tif)

Calculatorul. Calculatorul trebuie să fie suficient de puternic pentru a genera imagini tridimensionale (stereo). În prezent se folosesc laptop-uri cu configurații de vîrf, dar acestea sînt încă insuficiente.

Afișajul. Dispozitivul pentru afișarea imaginii virtuale și suprapunerea ei peste cea reală este numit HMD (Head Mounted Display – ecran montat pe cap). Afișajele sînt de două tipuri: electronice (video see through) și opto-electronice (optical see through). Afișajele electronice sînt opace și împiedică total vederea. La exterior au mini camere video iar

la interior ecrane mici în dreptul ochilor. Pe acestea apare imaginea receptată de camerele video, peste care se suprapun elementele AR generate de calculator. Problema acestor dispozitive este întârzierea inerentă a imaginilor obținute prin intermediul camerelor, ceea ce produce probleme în cazul mișcărilor rapide ale capului. Dispozitivele opto-electronice sînt semi transparente, permit vederea mediului înconjurător și, în același timp, afișează informații care se suprapun peste imaginea reală (figura 2). Aceste dispozitive nu sînt foarte răspîndite datorită lipsei cererii (doar universitățile și companiile angajate în cercetarea AR le utilizează). O tehnologie promițătoare, dar extrem de scumpă, este generarea imaginilor direct pe retină (figura 4).



Fig.4. Sistemul Nomad pentru generarea imaginii pe retină
(imagine preluată de la (Microvision))

Urmărirea poziției și a orientării. Urmărirea poziției implică două aspecte: poziționarea exactă a utilizatorului în cadrul mediului real și urmărirea mișcărilor capului și ochilor. Pentru a fi de folos, un sistem AR trebuie să aibă o acuratețe deosebită în ceea ce privește calcularea poziției și orientării. În prezent, problema este tratată diferit pentru spațiile mari, deschise și pentru spațiile mici închise. În spațiile mari se folosesc sisteme GPS, care au precizii improprie pentru sistemele AR

(10-30 de metri) și sisteme GPS avansate, cu precizii e sub un metru, și chiar pînă la un centimetru. Pentru spațiile închise, problema este rezolvată mai bine, folosind tehnologii ce țin de calculul ubicuu. Universitatea North Carolina-Chapel Hill a dezvoltat un sistem numit HiBall Tracking System (UNC, 2003), care poate detecta mișcări liniare de 0,2mm și unghiulare de 0,3 grade.

Domenii de aplicație

Domeniile de aplicație a AR sînt nelimitate. Primul beneficiar pare a fi domeniul jocurilor și distracției, mereu un motor al progresului în domeniul graficii pe calculator. Crearea de efecte speciale în filme se apropie de noțiunea AR din punctul de vedere al combinării elementelor reale (actorii) cu cele virtuale (decoruri etc.). Ceea ce lipsește este lucrul în timp real, dar se fac pași în această direcție. Un stadiu mai avansat este cel atins de echipa lui Bruce Thomas, care a integrat campusul universității la care lucrează și cunoscutul joc *Quake* în proiectul AR*Quake*. Acesta le permite să joace în timp ce merg prin campus (AR*Quake*, 2002).

Domeniul militar este un alt motor important al acestor cercetări. De exemplu, suprapunerea de informații tactice peste imaginea cîmpului de luptă constituie un avantaj pentru combatanți. În prezent sunt dezvoltate mai multe proiecte AR pentru instruire tactică, finanțate de agenții militare.

Turismul, muzeele sînt alți potențiali beneficiari ai acestor sisteme. Un sistem AR poate înlocui ghidul în muzee și poate prezenta mult mai multe informații decît acesta asupra exponatelor. Turistul se poate descurca foarte ușor într-un oraș mare, de exemplu Paris, folosind un sistem AR.

Și economia poate beneficia de pe urma sistemelor AR: construcțiile de orice fel, operațiile de întreținere și reparații pot fi făcute mai ușor și cu mai multă siguranță dacă informațiile necesare sînt disponibile instant, fără ca utilizatorul să fie nevoit să le caute în manuale greu de utilizat, cu imagini bidimensionale de calitate redusă.

Medicina este un alt mare beneficiar, cerce-

tări în domeniul AR pentru medicină fiind în curs de la începutul anilor '90. Medicii ar putea „vedea” interiorul corpului pacientului în timpul consultației (figura 5).



Fig.5. Exemplu de utilizare a AR în medicină (imagine preluată din (Vallino, 2002))

Explorarea cu ecograful ar putea fi unul din principalii beneficiari, dacă în loc să genereze o imagine criptică și greu de interpretat pe ecranul bidimensional al unui calculator, rezultatul tridimensional ar fi suprapus peste corpul pacientului.

Ce ne rezervă viitorul?

Deja vedem oameni vorbind „singuri” pe stradă. Dispozitivele „hands-free” sînt un prim pas. În curînd probabil se va trece de la dispozitivele audio „la purtător” la cele video și chiar mai departe. Viitorul pare să ne aducă tot mai aproape de mașini, de aparate. Tîndem să ne bazăm tot mai mult pe mașini, de calculatoare. Ne lăsăm tot mai mult în seama lor și le cerem să muncească în locul nostru. Nu e nimic rău atît timp cît crește nivelul de viață, de confort, iar renunțarea la sarcinile de rutină ne lasă mai mult timp pentru creativitate, pentru știință și cultură. Cel puțin deocamdată, pericolul de a deveni neajutorăți pare îndepărtat. Ce va fi în viitor, vom vedea.

Bibliografie

- [Azuma, 1997] – Azuma, Ronald T., *A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, 4 (August 1997), p. 355 – 385
- [Milgram and Kishino, 1994] – *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, IEICE Transactions on Information Systems E77-D (12): 1321-1329
- [Milgram, Takemura et al. 1994] – *Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum*, SPIE Proceedings: Telemanipulator and Telepresence Technologies, H. Das, SPIE. 2351 : 282-292
- [Sutherland, 1968] - Sutherland, I. *A Head-Mounted Three Dimensional Display*, Proc. Fall Joint Computer Conference 1968, Thompson Books, Washington, DC, 1968, 757-764
(www.aec.at/en/archiv_files/19902/E1990b_123.pdf)
- [Caudell, Mizell, 1992] - T.P. Caudell and D.V. Mizell, *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing technology*, in Proceedings of Hawaii International Conference on System Sciences, 1992
- [Krueger, 1991] - Krueger M., *Artificial Reality II*, Addison-Wesley 1991
- [Feiner, MacIntyre, 1992] - Feiner, S., MacIntyre, B., Seligmann, D., *Annotating the real world with knowledge-based graphics on see-through head-mounted display*, Proc. of Graphics Interface 1992 pp. 78-85
- [Feiner, MacIntyre, 1993a] - Feiner., S, MacIntyre, B., Haupt, M., Solomon. E., *Windows on the world: 2D windows for 3D augmented reality*, ACM Symp. on User Interface Software and Technology 1993, pp. 145-155
- [Feiner, MacIntyre, 1993b] - Feiner, S., MacIntyre, B., Seligmann D., *Knowledge-based augmented reality*, Communications of the ACM 36 (7), 1993 pp. 52-62
- [Bonsor, HowStuffWorks, 2001] – Kevin Bonsor, *How augmented reality will work*, computer.howstuffworks.com/augmented-reality.htm
- [Wellner, 1993] - Wellner, P., Mackay, W. & Gold, R. Eds., *Special issue on computer augmented environments: back to the real world*, ([doi.acm.org/10.1145/159544.159555](https://doi.org/10.1145/159544.159555)), Communications of the ACM, Volume 36, Issue 7 (July 1993)
- [Proiectul MARS] – Columbia University Computer Graphics and User Interfaces Laboratory, www1.cs.columbia.edu/graphics/projects/mars
- [Microvision] – www.microvision.com
- [UNC, 2003] – www.cs.unc.edu/~tracker/
- [ARQuake, 2002] – wearables.unisa.edu.au/projects/ARQuake/www/
- [Vallino, 2002] – Jim Vallino, *AR Pointer Page*, www.se.rit.edu/~jrv/research/ar/