

DPP Scanning Docs

INTELIGÊNCIA UBÍQUA_SD40

Scanner: Fátima Azevedo (fazevedo@dpp.pt)

Reviewer: Paulo Carvalho

English Summary:

Ubiquitous intelligence _SD040 – People, objects, places and data everything communicates, anytime anywhere! The last few years have seen an explosive growth in the use of the web for many aspects of business and human endeavour. The web has evolved from its very early days where it was purely used for information dissemination, to application deployment on the web, the read-write web with web 2.0 and progressively the provision of semantics on the web. In parallel with this development has been that of ubiquitous computing with the deployment of sensors and minimal computing devices on the person or in the environment of interest. These two trends initially started to come together with the “Internet of Things” connecting the sensors or base stations to the internet.

Os “DPP Scanning docs” são parte integrante do projecto “Horizon Scanning DPP”.

Estes documentos organizam, categorizam e analisam forças de mudança (tendências pesadas, tendências, incertezas, sinais fracos e wild cards) de acordo com a seguinte taxonomia: Ambiente; Ciência e Tecnologia; Economia; Empresas; Energia; Geopolítica; Política; Saúde; Sectores de Actividade; Sociedade e Estilos de Vida; Território.

O projecto “Horizon Scanning DPP” é um processo sistemático de identificação, categorização e selecção de informação alertando para tendências, potenciais mudanças de paradigma, disrupções e temas emergentes que possam ser úteis para diferentes tipos de objectivos, aplicações e utilizadores/decisores, encorajando-os a antecipar e compreender melhor o ambiente externo e a forma como o mesmo interage e influencia as respectivas políticas e decisões estratégicas.

Coordenação do projecto “Horizon Scanning DPP”: Paulo Soeiro de Carvalho e António Alvarenga (antonio@dpp.pt).

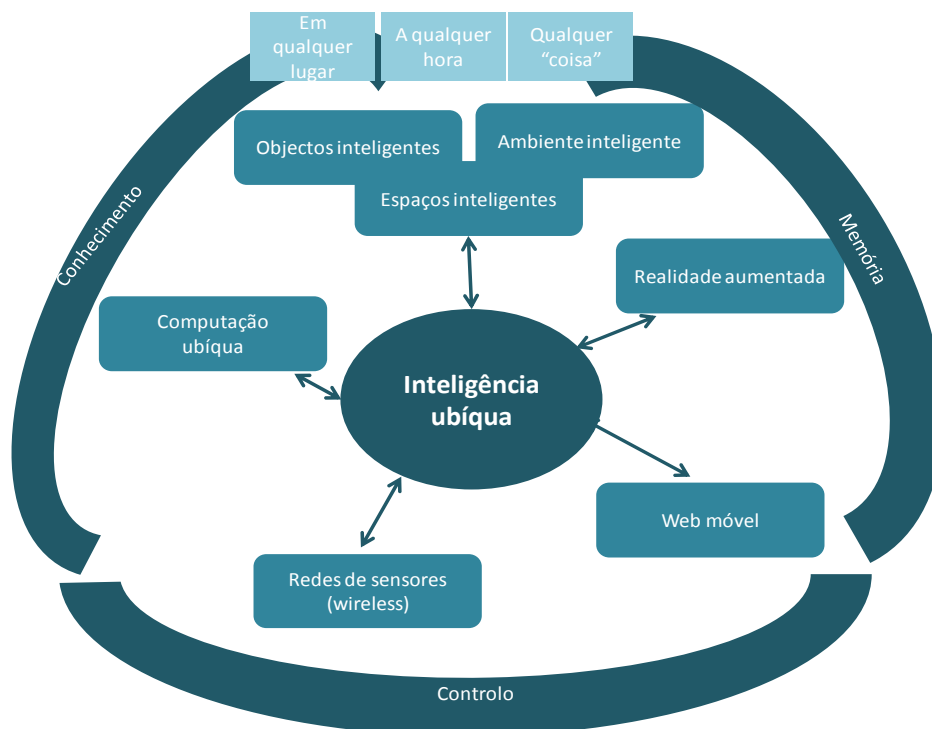
1. **Categoria:** Tendência Pesada
2. **Data:** Dezembro de 2010
3. **Tema:** Ciência e Tecnologia
4. **Descrição:**

A visão da inteligência ubíqua assenta na comunicação “em qualquer lugar, a qualquer hora e de qualquer modo” entre objectos inteligentes, na sequência dos avanços tecnológicos nas redes integradas de sensores, sistemas embebidos, tecnologias de informação e comunicação fixa e móvel.

A computação ubíqua é uma condição necessária para a inteligência ubíqua, ou seja, a omnipresença da inteligência computacional nos mundos real e virtual, criando um mundo inteligente, repleto de inteligência nos objectos reais e virtuais desde o software ao hardware, passando pelos objectos naturais ou produzidos pelo homem, dos dispositivos do quotidiano aos sistemas mais sofisticados, dos espaços fechados aos abertos, dos espaços fixos aos móveis.

A inteligência computacional funcionará não apenas como ferramenta do sistema mas resultará numa existência ubíqua, presente nos objectos, ambiente e até no próprio indivíduo. Objectos inteligentes e interactivos num mundo em que o conhecimento, controlo e memória são elementos centrais – eis a sociedade ubíqua.

Figura 1: Inteligência ubíqua: conhecimento, memória, controlo e conectividade global



Fonte: DPP

Essa conectividade entre objectos resulta da convergência de tecnologias de identificação e comunicação e tem efeitos importantes na concepção e gestão das cadeias de valor, modelos de negócio e oportunidades de mercado. É por isso que a inteligência ubíqua altera o mundo em que vivemos, permitindo melhorias em várias áreas num mundo sem fronteiras - automação de processos, maior

qualidade, protecção de activos, maior conforto e novos serviços, viabilizados por aplicações de fácil utilização e maior segurança através da detecção em tempo real de ameaças, falhas, defeitos.

Além dos desenvolvimentos computacionais, a consolidação da inteligência ubíqua depende dos progressos nas nanotecnologias. Sensores de menor dimensão e maior desempenho conectados numa vasta rede de sensores podem favorecer a monitorização de infra-estruturas cruciais, como edifícios, pontes, gasodutos e detectar agentes químicos e biológicos antecipando ataques terroristas. E, na esfera individual, a monitorização da saúde pode passar pela obtenção de informação bioquímica através de sistemas de sensores que analisam o sangue e outros fluidos corporais ou facultam a leitura dos padrões da actividade genética das células, em vez dos tradicionais sintomas físicos.

Se o conceito nano é fundamental para aprofundar a tecnologia de sensores no sentido de menor dimensão, consumo energético e maior desempenho, a tecnologia é variável consoante a área de actividade. No campo da saúde, haverá maior proeminência dos materiais, incluindo dispositivos micro-nano e fotónica, na busca de novos e melhores métodos de prevenção; já na monitorização ambiental, os avanços nas tecnologias de baterias e de prospecção energética favorecem o funcionamento dos sensores como dispositivos de auto-armazenamento e a respectiva integração com tecnologias da comunicação, potenciando a complexificação das redes.

Noutra abordagem (**b**), as “mesh networks” e as tecnologias de baixo consumo energético e wireless permitem desenvolver sensores para comunicar dados ou até realizar um pré-processamento de dados, comunicando apenas a informação solicitada ou relevante; já o “smart dust” visa desenvolver redes inteligentes a partir de sistemas de dispositivos micro-electro-mecânico, com unidades de processamento e tecnologias de comunicação, implementados de uma só vez, enquanto o “speckled computing” combina também a robótica para facilitar a reorganização e reprogramação inteligentes de uma rede de sensores.

A verdade é que à medida que estas tecnologias se consolidam, aumentam os volumes de dados, colocando problemas em termos de armazenamento e processamento. Assim, os progressos na área do software e análise de dados favorecem a adopção e utilização de redes de sensores em actividades centrais como a distribuição de electricidade ou a gestão de tráfego.

A redução do custo, a compactação e a versatilidade de sensores e microprocessadores permitem progredir para ambientes inteligentes, caracterizados pela constante circulação e actualização de informação que, em última instância, conduz a maiores eficiências no uso de materiais, energia e outros recursos, bem como melhorar a saúde, segurança e conforto.

Numa perspectiva tecnológica, a miniaturização é um processo determinante, porque valoriza a capacidade das redes e favorece maior descentralização das actividades económicas e das decisões.

Por exemplo, os sensores que equipam um automóvel podem enviar sinais em tempo real para um processador embestado no próprio veículo, que pode decidir em prole da maior segurança de condução, evitando colisões ou mau uso dos seus componentes. Outro tipo de informação pode ser enviada para uma central de monitorização que gere o modo de condução e potencia ganhos em termos de custos de seguro ou bloquear o veículo em caso de furto com o devido alerta policial.

Estas redes de sensores associadas ao poder computacional formam um sistema omnipresente – um ambiente com biliões de dispositivos pré-programados ou inteligentes conectados em rede – fornecendo serviços e informação às pessoas, onde, quando e como necessitem.

Inteligência e interactividade na génese da “Internet das Coisas” (*Internet of Things*)

Estes desenvolvimentos colocam questões associadas à responsabilização, privacidade e confidencialidade, e novos desafios à gestão de dados.

Enquanto tendência pesada, a inteligência ubíqua abre portas a um futuro dependente de uma infra-estrutura técnica invisível, à semelhança das redes sociais que explodem actualmente. De acordo com as

Nações Unidas, a conectividade ubíqua formará um espaço cibernético adicional, sobreposto ao mundo real. As redes sem fios e os servidores de reduzida dimensão podem concretizar redes distribuídas e acesso à Internet de sensores, controladores e processadores – o mercado global de nanosensores poderá superar os 17 biliões de dólares em 2012, quintuplicando o valor actual.

Antecipa-se o efeito desta ubiquidade do ponto de vista da rede-mor, a Internet. Actualmente, 30% das pessoas do globo estão conectadas à Internet; as previsões apontam para, num horizonte de cinco anos, cerca de metade da população mundial ter acesso à internet através de dispositivos móveis e, posteriormente, é verosímil que toda a população mundial esteja conectada. Na verdade, a Internet evoluiu de uma espécie de repositório, logo passivo, (Web 1.0) para um sistema participativo e gerado pelo utilizador (Web 2.0) e está em fase de transformação para a Web 3.0, um parceiro mais inteligente que tem conhecimento acerca do significado da informação que armazena e a capacidade de raciocinar com esse conhecimento.

Com cerca de cinco biliões de subscritores de telefonia móvel, a quebra de preços dos smartphones e a construção de um ambiente com multi-plataformas e variedade de sensores antecipam uma realidade em que a maior parte do mundo – agora urbanizado – possa experimentar a computação ubíqua e, até, aplique parte substancial do tempo numa forma tecnológica de realidade aumentada.

Na verdade, o desenvolvimento deste processo no seio de uma sociedade do conhecimento traduz-se na proliferação da inteligência, desde o controlo do automóvel às paredes da casa, nas embalagens de alimentos, nos medicamentos, etc. Mas além de inteligentes, os objectos têm a capacidade de comunicar entre si, gerando a “Internet das Coisas” – O2O (comunicação objecto a objecto); P2P (comunicação pessoa-pessoa) e P2O (comunicação pessoa-objecto).

Basta pensar que os bens e equipamentos podem comunicar sem fios e controlar as suas actividades de forma autónoma – uma máquina de lavar que adapta os parâmetros de acordo com a qualidade dos tecidos e do grau de sujidade; ou o sistema de informação de um centro de saúde que reconhece automaticamente se um idoso a viver sozinho em casa tomou a medicação e/ou se os sinais vitais são garantidos; ou uma fotocopiadora avariada que clama por reparação ou uma turbina com falhas a solicitar uma peça de substituição na próxima escala. Estes exemplos antecipam o tipo de impacto nas actividades económicas e no quotidiano individual e colectivo.

Patrick Guillemin e Peter Friess coordenaram o mapeamento dos impactos potenciais da “Internet das Coisas” (c), onde a comunicação incidirá sobretudo entre objectos e *data centers*, onde as infra-estruturas de computação em nuvem (*cloud computing*) propiciam a capacidade computacional suficiente para responder a uma procura crescente por serviços de armazenamento e processamento. Isto porque à medida que a computação ganha ubiquidade, o volume de dados é exponencial, tal como a imprevisibilidade da procura. Evocando Antoine de Saint-Exupery, “the meaning of things lies not in the things themselves, but in our attitude towards them”, pelo que o *cloud computing* é fundamental para a criação de um novo modelo computacional, mais flexível e adaptável à velocidade das mudanças, e a “Internet das Coisas” vai aglutinar o mundo digital com o mundo físico, permitindo que os objectos façam parte dos sistemas de informação. Em suma, podemos adicionar inteligência à infra-estrutura física.

As sinergias entre dados-informação-conhecimento, software-hardware-especialistas, podem gerar uma espécie de “inteligência colectiva”, que propicie melhores decisões do que as geradas por um análise autónoma daqueles elementos. A explosão do conhecimento e aceleração da mudança, associados com o carregamento contínuo de informação, tornam os anteriores sistemas de informação de apoio à decisão inadequados. Uma abordagem para superar esse desafio será criar sistemas de inteligência colectiva, enquanto facilitadores da interacção entre pessoas, informação, e software, de modo a que cada um possa mudar em tempo real.

Figura 2: Ubiquidade e a (r)evolução da inteligência



5. **Palavras-chave:** inteligência artificial, internet, inovação, computação móvel, redes, *Internet of Things*, Web 3.0, convergência tecnológica, *cloud computing*, *human enhancement*, singularidade tecnológica, TIC, nanotecnologia, biotecnologia, NBIC, produtividade, criatividade, *pervasive computing*, ciência e tecnologia

6. **Indicadores de alerta:**

- aceleração, intersecção e sistematização tecnológicas
- miniaturização e potência computacional
- desenvolvimento NBIC
- universalização da banda larga
- resiliência social

7. **Impactos potenciais:**

A fusão das tecnologias de identificação, comunicação sem fios e sensores permite a emergência de uma nova visão. A Computação Ubíqua resulta desse ponto de convergência em que a tecnologia dispersa e a capacidade de interação das pessoas permite potenciar as aplicações. A computação ubíqua antecipa ambientes repletos de dispositivos, serviços e aplicações que permitem a dialéctica entre o mundo real e o mundo virtual. Para tal se concretizar, um dos factores básicos será a autonomia dos computadores, que ganham a capacidade de gerir a sua própria evolução e configuração, minimizando a intervenção do utilizador.

Ao injectar inteligência computacional nos objectos do quotidiano, nos locais de trabalho e nos espaços residenciais, para além do próprio indivíduo, muitas das tarefas e processos podem ser mais simples, mais eficientes, mais seguros e mais satisfatórios.

Nesse patamar, o rápido crescimento dos dispositivos sem fios tem o potencial de criar uma infraestrutura global computacional que muda profundamente a forma como se vive e trabalha.

A implicação mais profunda da inteligência ubíqua é conferir capacidades computacionais e informacionais a objectos comuns e permitir-lhes diferentes níveis de inteligência. Por isso requer computadores pequenos, baratos e tecnologias de ligação com ou sem fios a computadores de maior dimensão para se conquistar novas funções aos objectos triviais: computar e comunicar; conectar; e “raciocinar”. E beneficiar da inteligência ubíqua significa evoluir para estilos de vida mais convenientes, confortáveis e eficientes.

As pessoas passam a interagir entre si, com o mundo físico e com serviços de informação utilizando um amplo leque de dispositivos e sensores conectados, viabilizando a computação e comunicação a escala e densidade sem precedentes, gerando uma 3.ª geração Web, depois do processo que levou a Internet de mero sistema de comunicação interpessoal, nos anos 1980, a uma plataforma de processamento de informações que permite o intercâmbio de dados entre pessoas e servidores Web – Web 2.0.

Essa nova infra-estrutura coloca vários desafios, sobretudo no que respeita a aplicações intensivas em dados: grande escala, diferentes tipos de dados, processamento e gestão de dados, conectividades diferenciadas, dependência locacional e preocupações de contexto.

Tal como mencionado acima, o corolário da evolução da computação para a inteligência ubíqua será a emergência de uma “Internet das Coisas”, em que cada e todos os objectos são identificáveis, interactivos e integrantes de uma rede adhoc. Esta Internet do futuro assenta em numerosos dispositivos num sistema colaborativo.

As forças de aceleração, intersecção e sistematização das tecnologias dificultam a capacidade de previsão, porque um dos dilemas/desafios subjacentes a esta tendência pesada é a imprevisibilidade dos efeitos nos comportamentos individuais num contexto de homem-máquina. Em termos globais, a combinação da tendência para a inteligência ubíqua e a internet semântica poderá ser a “singularidade tecnológica” (*technological singularity*) (d) Até lá, a consolidação da natureza ubíqua da computação alterará radicalmente os modos de viver, trabalhar e interagir.

8. Exposição à Força de Mudança:

Consolidar a computação (e inteligência) ubíqua requer solidez nos processos de miniaturização e potência computacional. Avançar para a ubiquidade computacional é sinónimo de sistemas mais pequenos, mais eficientes e de custo reduzido, o que depende de estratégias e actores cooperativos. E como outros vectores de mudança, a ética e regulação são determinantes no ritmo de evolução do processo.

Mas há limitações no desenvolvimento desta (r)evolução da inteligência. Os dispositivos com melhor desempenho têm custo e dimensão superiores, o que provoca, numa primeira fase, a evolução da inteligência ubíqua para a utilização de dispositivos economicamente mais competitivos mas com limitado leque de serviços, como o cartão baseado em RFID ou aplicações sensoriais, e para utilizações de dispositivos de elevado desempenho e qualidade em serviços de segurança e saúde.

Por isso mesmo, esta visão de inteligência ubíqua envolve vários desafios:

1. **Crescente complexidade de dispositivos e sistemas:** um utilizador comum tem de poder criar um modelo mental do sistema e da forma como os dispositivos estão relacionados, de forma a compreender e prever o comportamento do sistema. Quando um utilizador necessitar de activar uma função ou sistema, é fundamental que esteja informado de vários aspectos que envolvem dados, como a gestão, armazenamento, sensibilidade, privacidade. Mas a verdade é que o sistema deveria ser autónomo
2. **Interoperabilidade**, ou seja a capacidade dos dispositivos e sistemas se conectarem, integrarem e trocarem informação fornecida por outros dispositivos e sistemas do mesmo ambiente. Os dispositivos e equipamentos devem trabalhar em conjunto e melhorar as funcionalidades do sistema, utilizando os recursos disponíveis e acessíveis por outros dispositivos do ambiente.
3. **Gestão automática** dos sistemas embebidos no ambiente e que é o culminar dos dois desafios anteriores;
4. **Arquitectura** de sistemas adequada às preferências sociais e culturais dos utilizadores.

5. **Impacto social** das tecnologias, que são imprevisíveis. O sistema tem em conta os padrões dos utilizadores, mas as acções do sistema podem alterar esses padrões, obrigando a uma readaptação do sistema.
6. **Credibilidade** do sistema, ou seja, o sistema tem de manter algumas funções básicas mesmo com uma falha ou avaria de um dos componentes
7. **Superar ambiguidades.** Num sistema ubíquo, as decisões assentam num contexto para determinar um certo estado, mas há uma margem de erro devido a ambiguidades ou incerteza de dados interpretados pelos sensores. A inferência das acções pretendidas pelo utilizador, é mais difícil no que respeita à mente humana e há tarefas desenhadas para não depender apenas da inteligência da máquina.

9. **Drivers e Inibidores:**

- Desenvolvimento tecnologias móveis wireless (*driver*)
- Convergência tecnológica (*driver*)
- Desenvolvimento nanotecnologias (*driver/inibidor*)
- Privacidade (inibidor)
- Resiliência humana (inibidor)
- Regulação (inibidor)

10. **Principais Actores / Stakeholders:**

O desenvolvimento computacional e a convergência tecnológica nas áreas da nano e biotecnologias é determinante para impulsionar ambientes inteligentes. A convergência nas áreas das telecomunicações, media e tecnologias de informação torna os *stakeholders* destes sectores protagonistas fundamentais para progressos na ubiquidade.

Do ponto de vista tecnológico, os principais *players* são as empresas que lideram os segmentos computacional e de comunicações móveis;

Em termos regionais, a propensão para a adopção de dispositivos móveis com acesso móvel à Internet é maior nas economias emergentes, o que, combinado com a dimensão populacional dos mercados e a ascensão económica na geoeconomia mundial, favorecem uma aceleração de ambientes inteligentes.

Nas economias mais desenvolvidas, a transição acaba por ser mais lenta e as necessidades centradas na gestão do quotidiano, de pessoas e instituições.

Os efeitos desta tendência no plano da privacidade impõem especial atenção, por parte dos Estados, às questões de regulação e na antecipação das mudanças no funcionamento tradicional dos sectores de actividade económica e do mercado de trabalho.

11. **Horizonte temporal:**

Embora estejamos na presença de uma tendência pesada cujos desenvolvimentos se têm vindo a sentir nos últimos anos, é plausível assumir que muitos dos desenvolvimentos desta grande tendência se venham a manifestar de forma muito ampla e variada ao longo das próximas duas a três décadas.

12. **Probabilidade:** Sendo uma tendência pesada a probabilidade de ocorrência desta força de mudança é muito elevada.

13. Fontes¹:

- (a) “Technology and Innovation Futures”, Foresight Horizon Scanning Centre (2009)
- (b) “Prospective Applications for Converging Technologies in Nano-Bio-Info Systems (PACT-NBIS)”, Centre for Innovation Studies (2009)
- (c) Guillemin, P. e Friess, P. “Internet of Things Strategic Research Roadmap” (2009)
- (d) Kurzweil, R. “The singularity is near: when humans transcend biology” (2005)
- (e) “The computer in the 21th century”, Marc Weiser, 1991
(<http://sandbox.xerox.com/want/papers/ubi-sciam-sep91.pdf>) **(3)**
- (f) “Web of Things as a Framework for Ubiquitous Intelligence and Computing”, Tharam Dillon, Alex Talevski, Vidyasagar Potdar, Elizabeth Chang, Digital Ecosystems and Business Intelligence Institute **(3)**
- (g) “Progrssive it revolution investment in ambient of intelligence and cloud computing nuroscience, artificial inteligenca and robotics towards the transparent society”, Max Moore, 2001 **(3)**
- (h) “Internet of Things in 2020 – A road map for the future”, EPoSS, 2008 **(2)**
- (i) <http://www.userintelligence.com/ideas/blog> **(1)**
- (j) “Ubiquitous Intelligence: The Intelligence Revolution”, Jianhua Ma, 2005 **(1)**
- (k) <http://www.ubicomp2010.org/> **(3)**

¹ É utilizada a seguinte tipologia para classificar as fontes: marginais ou *fringe* **(1)**; generalistas ou *mainstream* **(2)**; especializadas ou *expert* **(3)**.

As ideias expressas nesta publicação são da exclusiva responsabilidade dos respectivos autores, não traduzindo qualquer posição oficial do Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais.

DPP - Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais (MAOT)

www.dpp.pt