

4 Etiquetas Inteligentes

A ideia de associar os produtos do mundo real com informações provenientes da internet não é nova. Em 1998, Barrett e Maglio descreveram um sistema para anexar informação a objetos do mundo real [Barrett e Maglio, 1998], e em 1999 Want expandiu tal ideia ao ligar itens a informações com o uso de etiquetas de RFID (Radio Frequency Identification) [Want *et al.*, 1999]. Desde então, uma série de projetos continua a explorar o conceito da identificação digital de produtos marcados individualmente no mundo real com etiquetas, a fim de rapidamente procurar informações ou dar início a uma ação específica em busca de informação [Kindberg *et al.*, 2002].

A forma mais comum de etiqueta inteligente é o código visual, como o código de barras, que é padrão em qualquer supermercado. Os códigos visuais de uma dimensão (1D) são baratos e são incorporados nos projetos de pacote ou impressos nos rótulos. Eles são decodificados por leitores a laser de baixo custo, mas têm baixa capacidade de armazenamento de informação. O padrão de código de barras atual é o UPC (Universal Product Code), que foi adotado pela indústria em 1973. Ele possui capacidade de armazenamento de doze dígitos numéricos, mas sua capacidade de gerar códigos únicos para cada produto individualmente já se esgotou há muitos anos.

Outra tecnologia de etiqueta inteligente usada pela indústria, mas em uma escala muito menor, é a RFID. Elas são consideravelmente mais caras que qualquer outra etiqueta, o preço varia de US\$1,5 a US\$15 dependendo do tipo, podem ser escondidas dentro de um objeto e escaneadas a uma distância de até trinta e cinco metros. Na indústria, já é utilizada por empresas como a Wal-Mart, FedEx, American Apparel, e tem mudado drasticamente os processos dos negócios com a introdução de marcação onipresente e à distância.

Há dois tipos de etiquetas de RFID; ativas e passivas. As etiquetas ativas possuem bateria e geram sinais que são capturados por antenas posicionadas a uma distância que varia até 35 metros dependendo do tipo de sinal usado: LF, HF ou UHF. As passivas são as mais usadas devido ao seu custo relativamente menor, mas necessitam ser alimentadas por um campo magnético gerado pelas antenas para transmitirem os dados contidos em seu chip, e por isso possuem

uma capacidade de distância de leitura menor do que as etiquetas ativas, até 6 metros de distância.

Outro tipo de etiqueta inteligente que ganhou atenção da indústria e dos usuários nos últimos três anos é a etiqueta de duas dimensões. Etiquetas 2D possuem maior capacidade de armazenamento do que as de uma dimensão. Possuem bits de recuperação de erro, caso parte dela esteja rasgada ou suja, e são lidas por leitores de códigos 2D a laser e câmeras de celular. Há diferentes formatos de etiquetas 2D, como Data Matrix, QR Code, Aztec, entre outros (Figura 4).

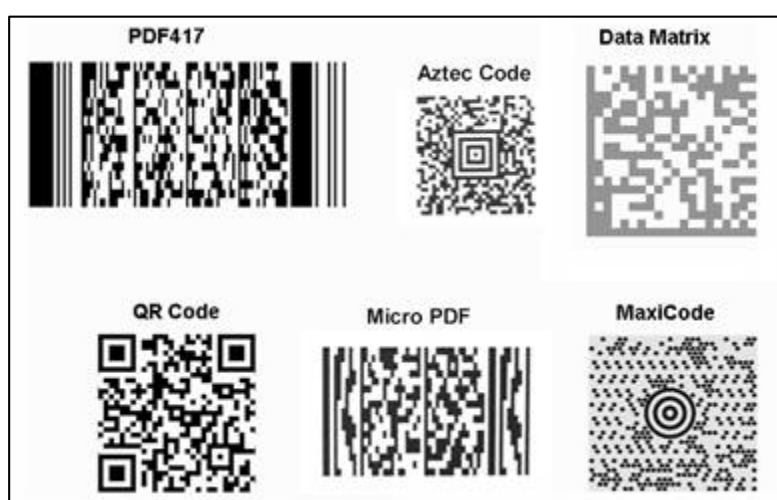


Figura 4 – Tipos de etiquetas de duas dimensões

A única forma do código de barras padrão armazenar uma quantidade maior de dados é estendendo o comprimento do código, o que pode dificultar a leitura devido ao raio limitado do laser dos aparelhos de leitura. Além disso, não há nenhum mecanismo para redundância, e um contraste elevado (80% ou mais) é necessário para garantir a leitura exata do código. Em contrapartida, o código 2D oferece expansão dos dados em duas direções, o que possibilita o armazenamento de um volume muito maior de informação. Tal modelo também apresenta redundância para verificação de erros e exige apenas uma contrapartida de 20% de contraste para assegurar a leitura exata.

Códigos 1D contêm no máximo vinte bytes de informação. O código 2D utiliza a mesma área gasta pelo 1D, mas contém cerca de dois mil bytes. Há dois tipos de códigos 2D; o tipo pilha, derivado do UPC e reconhecido como um código de barras ampliado em duas dimensões (PDF 417 e Micro PDF, Figura 4), e o

tipo matriz. O padrão adotado pela WineTag é o QR Code devido às vantagens que serão descritas a seguir.

4.1 QR Code

O QR Code foi criado pela empresa Japonesa Denso-Wave em 1994. O QR significa “Quick Response”, pois o código é interpretado rapidamente, mesmo com imagens de baixa resolução feitas por câmeras digitais em formato VGA, como as de celulares.

Inicialmente usados para catalogar diferentes partes na construção de veículos, o QR Code é hoje usado no gerenciamento de inventário em diversas indústrias. Desde 2003, foram desenvolvidas várias aplicações direcionadas a ajudar os usuários na tarefa de adicionar ou procurar dados através de telefones celulares. Os QR Codes são comuns em revistas e propagandas, onde os códigos guardam URLs de páginas promocionais, além de informações pessoais detalhadas, como cartões de visita, o que possibilita a inserção destes dados em agendas de telefones celulares.

O padrão Japonês para QR Code, JIS X 0510, foi disponibilizado em janeiro de 1999 e corresponde ao padrão internacional ISO/IEC 18004. O QR Code é aberto para uso e sua patente, registrada pela Denso-Wave, não é praticada.

A vantagem do QR Code sobre os demais códigos 2D está em possuir diversos marcadores de alinhamento que auxiliam e aumentam a velocidade de sua leitura em qualquer direção, apresentar maior capacidade de armazenamento e recuperação de dados e possibilitar redução de tamanho sem que haja perda no limite de armazenamento de dados.

4.1.1 A estrutura do QR Code

A cada módulo do QR Code, caracterizada por uma célula de dados que varia de 0,17mm a 0,755mm, de acordo com o tamanho do código, se associa a um bit de dados. A Figura 5(a) mostra a estrutura do código QR.

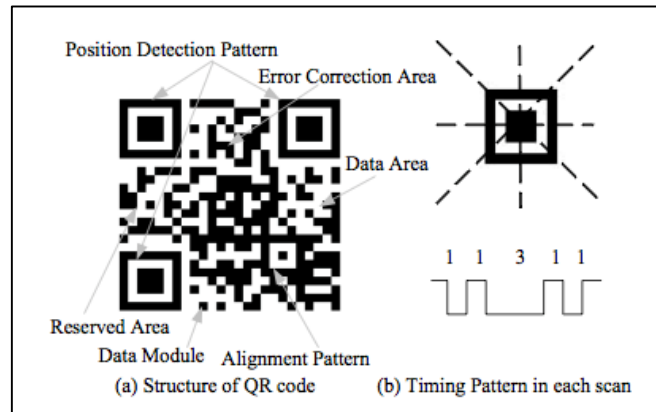


Figure 5 - Estrutura do QR Code [Palmer, 2007]

Há três padrões de detecção de posicionamento e um padrão de alinhamento localizados nos cantos de um código QR (Figura 6).

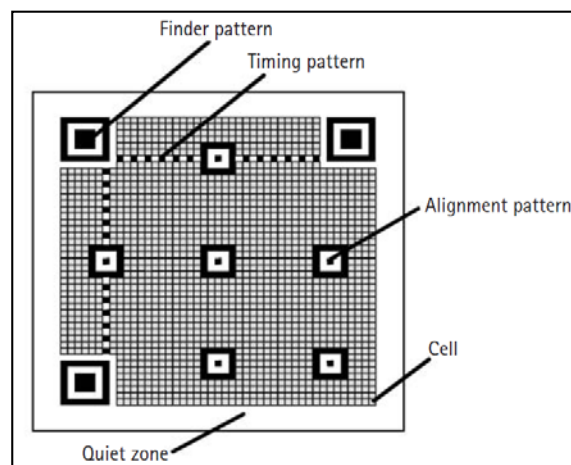


Figura 6 - Padrões de Marcadores [Palmer, 2007]

Além disso, há padrão na varredura horizontal e vertical para identificar se a posição, e o intervalo entre o preto e o branco é sempre na proporção 1:1:3:1:1, como mostrado na Figura 5(b). Este padrão de tempo auxilia a localização e detecção de códigos QR em uma imagem de fundo complexo. Uma vez que estes padrões são usados para detecção rápida, o código QR é identificado em 360 graus (ou seja, unidirecional). Além disso, como mostrado na Figura 5(a), a área quadrada do código QR é constituído por três regiões: a área de correção de erros, a área de dados e área reservada.

4.1.2 Características do QR Code

A seguir são listadas as características que fazem o QR Code superior ao código de barras convencionais 1D e aos outros códigos 2D:

- 1) Capacidade de armazenamento - Além de um limite de 4.296 caracteres de texto, 7089 dígitos e 2953 bytes, o código QR codifica até 1817 caracteres Kanji e Katakana;
- 2) Resistência a danos - Através do código de correção de erro Reed-Solomon, o QR Code tem capacidade de reconstruir módulos de dados, mesmo se o símbolo de código estiver parcialmente sujo ou danificado. A capacidade de restauração varia de 7% a 30% e depende do tamanho e tipo do QR Code;
- 3) Velocidade de leitura - Com vários padrões de posicionamento nas extremidades, o QR Code é lido por câmeras de celulares com o uso de softwares de processamento de imagem. Sua leitura é independente da inclinação, orientação e espelhamento;
- 4) Tamanho reduzido de impressão - Como o QR Code é um código de barras 2D, o espaço utilizado é dez vezes menor do que um tradicional código de barras 1D para a mesma quantidade de dados. Além disso, foi projetado para reduzir o espaço da impressão da matriz de dados para que possa ser utilizada em aplicações que requerem pequenos selos, como rastreamento de produtos, identificação de pequenos componentes eletrônicos, entre outros.

4.1.3 A decodificação do QR Code

Após a captura de uma imagem com o QR Code por uma câmera é necessário realizar sua segmentação, isto é, separar objeto e fundo. A Figura 7 ilustra um código QR capturado a partir de uma câmera VGA de um celular:



Figura 7 - Foto de um QR Code tirada de um celular HTC G1

Segmentar uma imagem implica em realizar uma partição no conjunto de pixels que a representam de modo a simplificar ou modificar a representação da imagem em algo que seja mais inteligível e passível de ser analisado [Shapiro e Stockman, 2001]. Mais especificamente, o processo corresponde a separar a imagem em regiões ou contornos referentes aos objetos de interesse. Tipicamente, regiões são identificadas a partir de propriedades em comum ou, inversamente, a partir de diferenças estabelecidas.

Uma propriedade que um pixel em uma região compartilha é a intensidade. Logo, uma maneira de realizar uma segmentação é a partir da aplicação de um limiar, que separa em regiões claras e escuras.

A aplicação de um limiar cria uma imagem binária, com apenas duas intensidades, isto é, máxima e mínima, a partir de uma imagem em escalas de cinza. Tal aplicação é descrita da seguinte forma: seja $f(x,y)$ a intensidade de 0 a 255 do pixel (x,y) na imagem, o seu novo valor será definido através da aplicação do limiar abaixo:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{se } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Cabe destacar que há outras formas de realizar a segmentação de uma imagem, tais como baseadas em clusterização, histograma, crescimento de regiões e particionamento de grafos.

Os métodos de aplicação de limiar se dividem em dois grupos: globais e locais. O primeiro se refere aos métodos que obtêm e utilizam um único limiar para todos os pixels da imagem. Já o segundo, aos que obtêm um valor de acordo com a vizinhança de um determinado pixel. A vizinhança de um pixel é o conjunto de pixels que o circundam. A figura 8 apresenta 4-vizinhanças, enquanto a segunda apresenta 8-vizinhanças.



Figura 8 - Representação das vizinhanças de um pixel

De modo geral, métodos globais são 3% menos eficientes e vinte vezes mais rápidos para imagens em condições de luz uniforme [Liu *et al.*, 2006]. Entretanto, para o caso onde há condições de iluminação variadas, o resultado de um método global será menos eficaz. Para essas situações, deve-se utilizar um

método local, que obterá um bom resultado ao custo de um tempo de processamento relativamente longo (cerca de 1080 ms) [Liu *et al.*, 2006].

4.1.4 Método de Segmentação de Otsu

O método de Otsu [Otsu, 1979] consiste em transformar uma imagem com $n > 2$ cores em bicolor. O processo é realizado inferindo um ponto de divisão; todas as cores que possuem intensidade acima desse ponto serão consideradas (cor preta) e todas as cores que possuem intensidades abaixo serão descartadas (cor branca).

Para achar o ponto de corte, o método sugere que seja feita, primeiramente, uma conversão da imagem em uma imagem de tons de cinza. O segundo passo consiste em calcular o histograma da imagem original e, a partir deste, calcular a porcentagem que cada cor contribuiu na formação da imagem (número de pixels com a cor e tamanho da imagem).

O terceiro e último passo consiste em dividir a faixa de cor de intensidades que vão de 0 a 255 em duas e então realizar o cálculo da variância, $w_1 * w_2 * (u_1 - u_2)^2$, onde w_1 corresponde a porcentagem de contribuição das cores da faixa 1, w_2 , porcentagem de contribuição das cores da faixa 2, u_1 , cor média da faixa 1 e u_2 , cor média da faixa 2. Ao se executar este processo para todas as faixas existentes encontra-se a cor com a maior variância. Esta cor é definida como cor de corte, ou seja, o que estiver abaixo dela é branco e o que estiver igual ou acima é preto.

4.1.5 Detecção de pontos que indicam o alinhamento

O QR Code possui um padrão nos pontos de alinhamento que possibilita sua identificação na imagem. O padrão a que nos referimos é 1:1:3:1:1. Para encontrar os pontos de alinhamento da imagem basta checar se existe um padrão entre o ponto de origem e seu superior até que o padrão seja satisfeito. Caso o padrão não seja encontrado, deve-se rotacionar a imagem no seu ponto inferior, até que o padrão seja identificado (Figura 9). Após esse procedimento, deve-se analisar o padrão do ponto de origem até seu superior com o do ponto de origem até o seu inferior. Se ambos os padrões são compatíveis então pode-se dizer que foi achado o ponto candidato a ponto de alinhamento.

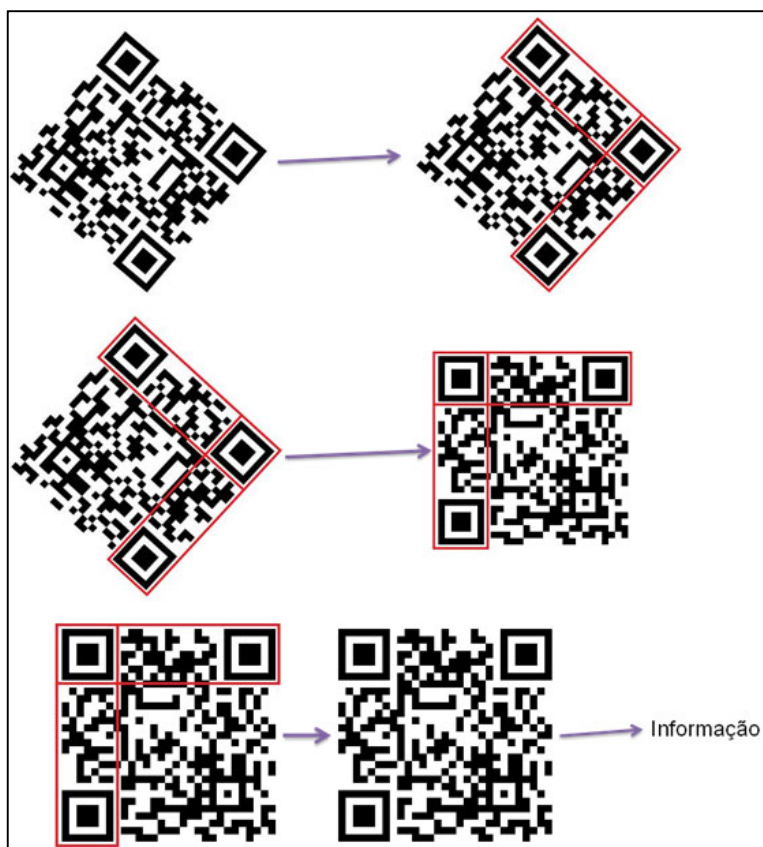


Figura 9 - Rotação para posicionamento correto do QR Code

Após alcançar a posição correta da imagem, as dimensões do código podem não estar em conformidade com a norma ISO. Além disso, a forma de cada célula de dados (ou seja, módulo de dados) não é necessariamente quadrada. Portanto, é necessário usar um método de reconstrução para recuperar o código original. De acordo com a norma ISO, a versão que especifica o tamanho, capacidade de armazenamento e recuperação de erro do QR Code é expresso como segue,

$$V = \frac{H}{U} - 17,$$

onde U é a unidade de módulo (célula de dados preta ou branca que representa o bit de dados) e H é o comprimento da imagem. Em seguida, o tamanho padrão (NS) do QR Code é expresso como segue,

$$NS = 21 + (V - 1) \times 4.$$

Com NS, define-se o limiar de $(U^2 \div 2)$ para determinar a cor dos dados do módulo. Se o número de pixels pretos em uma unidade de módulo é maior que o limite (1:1:3:1:1), então a unidade de módulo é preta e a outra é branca. Com este esquema, é estabelecido o plano de reconstrução. Para minimizar o

consumo de largura de banda, deve-se comprimir o código reconstruído através da compressão de dados em cada célula de forma que o tamanho do QR Code seja reduzido para 441 bytes (isto é, 21 × 21 pixels).

4.2 Criação de Dados para o QR Code

Um dos desafios deste projeto foi gerar dados confiáveis e relevantes sobre os vinhos a fim de serem disponibilizados no site da rede social e nas etiquetas com o QR Code. A primeira tentativa foi a construção de um agente que navegaria em sites dos principais mercados, importadores, distribuidores e vinícolas do Brasil para capturar as informações de cada vinho individualmente.

Após o desenvolvimento desse agente, um elevado volume de dados foi gerado. A análise desses dados revelou que muitas das informações adquiridas sobre os vinhos estavam incompletas, erradas ou ambíguas, de modo que era difícil identificar unicamente um vinho e até mesmo confiar nas informações provenientes dos sites de venda.

Para aproveitar o volume de dados adquirido, outro agente foi desenvolvido para achar vinhos iguais, semelhantes ou únicos com o objetivo de criar uma ficha técnica para cada um no site. Este trabalho é a dissertação de mestrado de outro membro da equipe chamada “Um Framework para a Construção de Mediadores Oferecendo Eliminação de Duplicatas” [Mourad, 2010], e por isso não será tratado nesta dissertação. Mas muitos dados também foram analisados manualmente para montar a primeira base de vinhos da rede social, que começou com quinze mil cadastros únicos de vinhos e hoje já ultrapassou vinte e cinco mil.

Com os primeiros protótipos dos agentes e da primeira base de dados, notou-se que de uma base de cinco mil vinhos obtidos na web de sites diferentes, apenas 30% foi aproveitado como informação técnica a ser disponibilizada e avaliada no site. Dessas fichas técnicas, apenas 5% foram analisadas e avaliadas pelos participantes e transformadas em conhecimento, pois nem todos os vinhos estavam disponíveis na praça do Rio de Janeiro ou das respectivas cidades dos participantes.



Figura 10 – Pirâmide de dados, informação, conhecimento e sabedoria (DIKW)

Ao analisar a estrutura criada, notou-se que o modelo da WineTag era semelhante à Pirâmide de Dados, Informação, Conhecimento e Sabedoria (DIKW – Data, Information, Knowledge and Wisdom) – Figura 10 [Ackoff, 1989]. Os dados capturados pelos agentes e os bancos de dados cedidos pelas empresas parceiras formam a base da pirâmide, que caracterizam o conjunto de toda informações adquirida sobre os vinhos. A segunda camada da pirâmide é composta pelas informações do banco de dados da primeira camada, filtradas e analisadas pelos agentes e pelos membros especialistas da WineTag. Essas informações tornam possível que o vinho tenha uma identificação própria no sistema e seja criada uma chave única para o mesmo UUID (Universally Unique Identifier). A segunda camada gera a ficha técnica (Figura 11) do vinho. Nesta etapa, o QR Code sobre o vinho é gerado, mas o mesmo não conterà as análises visuais, olfativas e gustativas do vinho, nem mesmo conterà a nota do vinho dada pelos usuários da WineTag.

Ficha do Vinho

Chateau Dauzac , 2008

★★★★★ Nota baseada em 0 avaliações

Vinícola: Chateau Dauzac
 País: França
 Região: Bordeaux > Margem esquerda > Margaux
 Tipo: Tinto
 Uva(s): (5%) Cabernet Franc (58%) Cabernet Sauvignon (37%) Merlot
 % Alcólico:
 Robert Parker: (88-91)
 Preço Médio: N/D
 Fornecedor: World Wine
 Outras safras: 2007 2006 2005 2004 2003 2002 2001 2000 Criar!

[Editar estas informações](#)

Adicionar Fotos

90-100
50-60
0

Figura 11 - Ficha Técnica do vinho no site da WineTag

A terceira camada da pirâmide, a do conhecimento, é composta pelas avaliações visuais, olfativas e gustativas dos vinhos, baseadas em suas respectivas fichas técnicas (tipo do vinho, país, região, uvas, safra e percentual alcoólico). Esta camada também contém a nota do vinho dada pelos avaliadores e breves descrições dos produtos.

Finalmente, a camada da sabedoria é composta pelas informações geradas na camada do conhecimento. Através da média das avaliações e notas dos usuários para um determinado vinho, pode-se chegar a uma nota “real” para o mesmo. Quanto maior o número de avaliações dos membros da WineTag para as características visuais, olfativas e gustativas de um mesmo produto, melhor será a compreensão da “real” qualidade do vinho por parte de outros leitores. Ou seja, a camada do conhecimento é formada pela informação mais precisa e confiável baseada na opinião coletiva dos membros que experimentaram determinado produto. Atualmente apenas 0,8 % dos vinhos chegam nessa camada.

Estas características técnicas analisadas coletivamente são codificadas no QR Code para serem acessadas por outros participantes ao decodificarem a etiqueta com o celular, esteja ele conectado à internet ou não. Assim, o consumidor obtém informações detalhadas sobre um determinado vinho e pode tomar uma decisão.