

## PROBLEMAS - TRACK A

### Sílvia Costa e Rafael Pinto

A

Ai os Hz...

Eq. 8 – retiraram a componente soma, mas não normalizaram a amplitude, que não soma 1, mas sim  $\frac{3}{4} + 1/8$ ...

Correspondia ao offset → valor médio da função...

2.21 – chamam deformação a uma translação... Como variaram  $g(x,y)$ , que deve ser um função e não uma constante?

Pata  $g=0.05x$ , há uma variação de frequência,  $f \rightarrow f+0.05$ . Não se percebem as imagens... A afirmação da pág. 9 é incompreensível...

B

Não percebo... de onde partiram e o que fizeram...

C

Apenas fizeram uma parte embora tenham recuperado razoavelmente os resultados da fig 11.6. Mas não obtiveram os resultados numéricos intermédios....

D

Integraram a lei de Planck para o sol e multiplicaram pela eficiência quântica do sensor!!!

Não calcularam (nem falaram) em Irradiância, não se percebe como calcularam a área da imagem do Sol, que

constantes usaram, falam em limite de difracção para quê?, não relacionam o número de pixéis com a área da imagem...

Incompreensível...

### DIOGO SUCENA e ROMEU ABREU

O relatório é tão sintético que é impossível perceber o que eles entenderam. O código está OK

### NUNO TABORDA

A – Hz... Não normalizou quando removeram o termo soma. Não fez o problema das perturbações. O relatório mostra que ele entendeu e esforçou-se por escrever bem...

B – fez alguma coisa com base no que encontrou

C – OK

D – Não se percebe a lógica, confunde conceitos, mas escreveu...

## PROBLEMA – TRACK B

### A - AMOSTRAGEM

Com duas excepções, todos escolheram o problema 2. O problema 2 é de facto um mini-projecto desafiante que, espero, vos deve ter alertado para a necessidade de afinarem os vossos conceitos de análise espectral com base na teoria de Fourier e nas diversas implementações numéricas. 1D e 2D são semelhantes formalmente mas não são a mesma coisa, e a necessidade de representar frequências espaciais através de vectores 2D perturbou muitos.

Havia duas tarefas: 1. gerar imagens, amostrá-las (bem e mal) e 2. procurar indicadores espectrais para os efeitos decorrentes de amostragens inadequadas. A maioria não passou da 1ª parte, e muitas vezes através de variações paramétricas inconsequentes, com variações simultâneas de diversos parâmetros, o que não ajudava...

Confrontados com a “cruz” central, seguiram a sugestão de pré-multiplicar o padrão com uma gaussiana, para anular os efeitos de bordo. A posição e a largura da gaussiana tinham de ser cuidadosamente escolhidos para permitir concentrar a atenção nas regiões onde surgem artefactos. Mas não chegava... Como a FFT exige um número de pontos par ( $2^N$ ), a frequência nula não ficava no centro, e era necessário perceber bem os dois eixos no espaço de Fourier após aplicação da FFT. Isso não foi feito. O centro da gaussiana deveria ainda garantir que não desperdiçavam as zonas de interesse (que nunca seriam as de baixa frequência espacial...).

De uma forma geral, há dois tipos de problemas: aliasing, com geração de baixas frequências quando o teorema de Shannon é grosseiramente des-respeitado, e o efeito escada quando a violação não é excessivamente grave. O 1º dá origem a baixas frequências espaciais, mas com orientações diversas. O 2º faz aumentar a importância das frequências mais elevadas, embora pouco. A maioria não teve forças para analisar o 1º com detalhe e apenas comentou o 2º...

Para se compararem as mesmas regiões da mira, bem e mal amostradas, o passo de amostragem tem de ser variado, e isso conduzia a imagens iniciais com diferentes dimensões. Logo, a resolução no espaço de Fourier variava, havendo uma espécie de zoom no plano de Fourier, o que era bom. Mas como a escala no plano de Fourier se alterava, era necessário ter um critério para comparar quantitativamente as várias amostragens – e aí tinham de recorrer a “zero padding” – e poucos foram por aí.

A quantificação da energia nas diferentes regiões do espectro foi quase exclusivamente feita através de cortes lineares através da origem (mal representada), o que não chegava – era necessário realizar integrações no plano de Fourier, com critérios bem definidos para a delimitação de regiões de baixa frequência.

Alguns grupos, 2 ou 3, quiseram atacar o problema recorrendo ao modelo teórico (slide 27, 2D sampling - other factors), em que  $gS = (g \cdot \text{pixel}) \times \text{comb}$ , isto é, o espectro é modelado por  $(G \times P) \cdot \text{Comb}$ , em que o pixel é um rectângulo, e as letras maiúsculas denotam as respectivas TF. A variação do passo de amostragem afectaria o comb e o pixel, e a simulação numérica poderia ter sido feita desta forma. Para isso precisariam de uma expressão analítica para a TF da mira e, sobretudo, de não confundirem convoluções com produtos...

Enfim: reconheço que o desafio era grande, que o Covid não ajudou na interacção, e que ... estavam muito mal preparados em termos de transformações de Fourier (conceitos e algoritmos) e análise espectral. Apenas desejo que tenham entendido que se trata de uma ferramenta poderosa que vale a pena aprender a controlar muito bem e estar alerta para as especificidades das suas implementações numéricas – um físico, aliás, não terá alternativa!). Muitos ficaram a conhecer os dois livros do Amidror, que talvez vos venham a ser úteis no futuro.

## D - RADIOMETRIA

Geral:

- Vários preferiram encadear fórmulas e só fazer as contas na expressão final. Não é boa ideia em engenharia, pois não vos permite ver se fizeram um erro grosseiro (por exemplo, resultados intermédios 6 ordens de grandeza errados!). Por outro lado, não facilita identificar exactamente o ponto onde os problemas podem ter ocorrido. Não façam isto, ou não façam apenas isso num relatório.
- Já não se justifica apresentarem a resolução de problemas de forma manuscrita, com uma grafia não inequívoca, e sobretudo com símbolos e expressões matemáticas quase incompreensíveis. Quem corrige fica imediatamente sem vontade de fazer os esforços de entendimento do vosso raciocínio, para valorizar tudo o que possa ser valorizado, mesmo quando se enganam nas contas...

#1 – (Gonçalo Fernandes e João Neves) - Vénus é um planeta iluminado pelo Sol. Como corpo negro a  $\sim 700\text{K}$  também emite no IR médio ( $\sim 5$  micron), mas a parte detectável pelo olho (0.45-0.65 micron) é virtualmente nula... Para a irradiância na retina seria necessário determinar se a imagem é extensa ou não – se não for, o fluxo à entrada é distribuído pelo disco de Airy da difracção pela pupila ocular.

#3 – Na 2ª parte desejava que calculassem a potência emitida em 3D, com base na esfera que o Sol constitui. A partir daí passavam para a órbita e depois para a constante solar. Fazendo como todos fizeram, assumiram de imediato que a radiometria de uma esfera e de um disco 2D são equivalentes e não são, pois a geometria varia bastante em 3D (não quer dizer que não se possa assumir que a esfera e o disco sejam semelhantes, mas é uma hipótese que tem de ser explicitada)... No essencial, quase todos acabaram por ter a cotação completa.

#4 – Sem grandes problemas, mas demasiados não entraram em conta com a forma circular do orifício de saída do difusor, o que teria permitido usar, de imediato, a equação da irradiância de uma fonte circular. Nalguns casos, aplicaram a transmissão do difusor directamente à radiância incidente: não o poderiam fazer precisamente por existir um difusor lambertiano no meio: a sequência teria de ser: fluxo incidente no difusor, fluxo transmitido, emitância do difusor, irradiância no plano final devida a uma fonte circular lambertiana.

#5 – Este problema foi mais problemático:

1. Passar sempre tudo para o SI e não misturar grandezas no SI e fora do SI. Isto conduziu a erros graves na utilização da radiância em A.

2. Sabiam que a fonte era circular: para calcular  $E_B$  deviam ter usado a equação correspondente – muitos não o fizeram...
3. O cálculo de  $E_C$  foi muito problemático: o  $\cos 45^\circ$  entra 4 vezes: duas para projectar os elementos de superfície da fonte e em torno de C segundo a direcção que os liga, e mais duas para traduzir a variação do quadrado da distância, que passa de 1m em B para  $2^{1/2}$  m em C. Este foi um erro grave, pois o triângulo está longe de ser isósceles...
4. O cálculo da radiância em C não levantou problemas.
5. A cálculo da irradiância  $E_E$  foi errado para quase todos: é uma situação de formação de imagens. Têm uma equação para tal, e só precisam de saber a radiância da fonte ( $L_C$ ) e o  $F/\#$  da lente.

### **GRUPOS B e C**

Não ignoro que o livro de soluções do Goodman era conhecido de todos (excepto de 1). Seria eticamente adequado terem indicado tal facto (apenas um grupo o fez!).

No mínimo, deveriam ter mostrado claramente que tinham de facto compreendido a construção da solução. Tal passaria por fazerem explicitamente alguns cálculos nada óbvios, comentado a aplicabilidade de uma ou outra equação - sobretudo no caso do exercício 6-12 (o mais sofisticado de todos) demonstrarem que entendiam a utilidade do diagrama – utilizarem terminologia adequada, etc.

Nada tendo dito inicialmente em relação à *forma*, aceitei a entrega de documentos manuscritos, mas constatei que, com 2 excepções, a sua forma foi não profissional e injustificável num 4º ano: mancha gráfica, letra, arrumação dos blocos, imagens.

Nestas condições, desvalorizei os grupos B e C (4/20) em relação aos grupos A e D (6/20).

### **MONOGRAFIAS**

De uma forma geral estão bem, servidas por abundante bibliografia, e todos acabaram por ter algum critério para seleccionar o material que tinham à vossa disposição.

Nem sempre tiveram uma abordagem de engenharia: identificar todos os “blocos” e suas interfaces (digrama de blocos deve ser sempre o ponto de partida), em cada bloco descrever os principais componentes tecnológicos (e características típicas), separar as especificações de sistema das especificações de componente. Com efeito, alguns posicionaram-se demasiado do lado da aplicação / utilizador, outros passaram completamente por cima de vários blocos importantes.

Cada monografia foi avaliada do ponto de vista de Âmbito, Organização, Correção, Linguagem e Sistema, e posteriormente classificadas de forma relativa, entre a melhor e a pior.