

## NASA HW5

### Wireless Physical & Link Layers

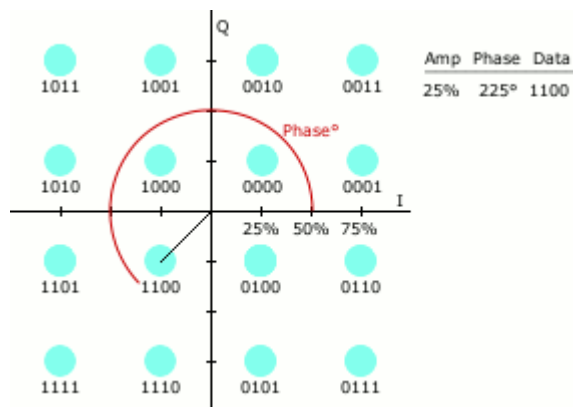
1. 16-QAM 是一種常被無線通訊使用的調變格式。請回答下列關於 16-QAM 的問題:

a. 16-QAM 中每個不同“形狀”的訊號 (稱為 symbol) 可以代表幾個 bit 的資料?

$$\log_2 16 = 4 \text{ (bits)}$$

b. 請在二維座標上, 依據相位及強度, 畫出 16-QAM 的各個不同訊號(symbol) 所在的座標及其所代表的 pattern。(有很多種方式, 你可以找一種你覺得最好的方式)

答案非唯一. 只要排成 4x4 方塊狀即可. 其他排法也 ok(只要有 16 個點大約平均分散在空間裡面)



(出處:

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/QAM16\\_Demonstration.gif](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/QAM16_Demonstration.gif))

c. 根據 b. 的結果, 畫出字母“N”的 ASCII 碼, 如果使用 16-QAM 來傳輸, 訊號的樣子。

2. 天線常常使用 dBi 來代表在最強的接收方向, 可以放大訊號的倍率。如果標示為 7 dBi 的天線, 請問在最強的方向可以放大幾倍? (請參考上課投影片分頁的算法, 或 <http://en.wikipedia.org/wiki/Decibel>)

$$10^{(7/10)} = 5.012 \text{ (倍)}$$

3. 上課的時候, 我們提到如果收到的訊號強度跟距離平方成反比(也就是在 free

space 中時)，則 5 GHz 的無線網路的覆蓋範圍半徑約為 2.4 GHz 的一半。但是在一般的室內環境，平均來說收到的訊號強度跟距離的 3.7 次方成反比。請問在這樣的狀況下，5 GHz 無線網路的覆蓋範圍半徑應為 2.4 GHz 的幾倍？

可利用下面的式子：

$$P_r \propto \frac{\lambda^2}{d^{3.7}} \propto \frac{1}{f^2 d^{3.7}}$$

因此若頻率從 2.4 GHz 改成 5 GHz，同樣的距離下訊號會變成原本的  $(2.4 \times \frac{10^9}{5} \times 10^9 = 0.23)$  倍。若要使得訊號強度一樣的話，要減少距離要把訊號變強  $1/0.23$  倍： $\frac{1}{0.23} = \left(\frac{1}{r^{3.7}}\right) \rightarrow r=0.672$ ，也就是距離要變為原本的 0.672 倍  $\rightarrow$  5 GHz 無線網路的覆蓋範圍半徑為 2.4 GHz 的 0.672 倍。