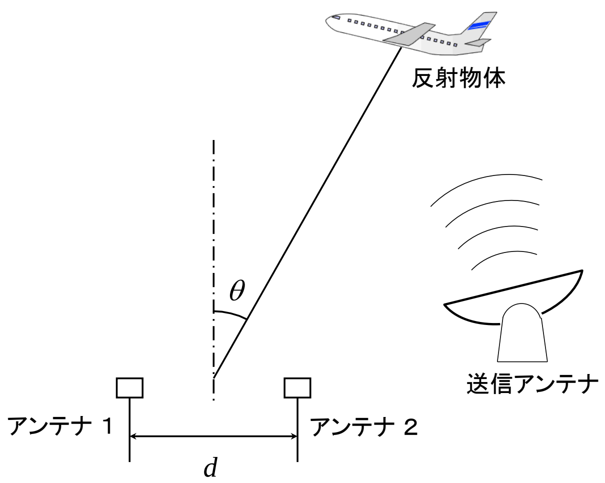
システム情報工学演習第二　レポート課題 １　２０２０年度　　　　担当 篠田裕之

１ 十分遠方にある反射物体からの反射電波を２本の無指向性アンテナ１、２で観測し，反射物体の方角を推定する．２次元問題とし，反射物体の数が１つであることは既知とする．２本のアンテナの特性はよく揃っており，ノイズは反射信号とは無相関な白色雑音とすると，反射物体方位推定精度の理論限界はどのように与えられるか？　なおアンテナ１および２のノイズ間にも相関は無いものとする．特に

観測信号波形： 実効値 $s = 1$ V,　周波数 $f = 10$ MHz の正弦波のバースト，持続時間 $T = 0.1$ ms
各アンテナで観測されるノイズ密度： $w = 0.001$ $\mathrm{V}/\sqrt{\mathrm{Hz}}$
反射物体のおおよその方位：$\theta = 30^\circ$ 付近
光速：$c = 3.0 \times 10^8$ m/s
アンテナ１、２の間隔：$d = 5$ m

の場合どうか？
＊反射物体は点とみなしてよい．



２ 暗闇の中で球状の反射マーカーを撮影したときの濃淡画像 $q(m,n) = A\mathrm{e}^{-\frac{(m-a)^2+(n-b)^2}{B^2}}$ に雑音 $w(m,n)$ が重畳している．$w^2(m,n)$ の期待値は v であり，画素間に相関はなくランダムな値であるとみなせる．$A, B > 0$ は既知として，マーカーの中心座標の推定精度の限界はどのように与えられるか．ただし m, n は整数とし，N を縦横の画素数として $N \gg B \gg 1$ とする．またマーカーの全体が画像に含まれている．

なお

$$\sum_{m,n} \frac{(m-a)^2}{B^2} \mathrm{e}^{-2\frac{(m-a)^2+(n-b)^2}{B^2}} \approx \sum_{m,n} \frac{(n-b)^2}{B^2} \mathrm{e}^{-2\frac{(m-a)^2+(n-b)^2}{B^2}} \approx B^2 C$$

（C は B, a, b によらない定数）を用いてよい．