

何故、「LoRaは通信速度が遅い」のか?、「弱い電波で遠くまで届く」のか?



LoRaが弱い電波でも遠くまで届くのはピアノの音階を雑音から見つけるのに似ています。

LoRaの通信はチャープ・スペクトラム拡散と言われても分かりませんがこれは私の解釈です。

まず、雑音に埋まった信号を検知する方法を考えます。

例として音階のドの音を雑音の中から確実に見つけるには短時間では難しいのでドの音が長い時間鳴っている状況で考えます。極端な話、10分間中、ドの音が雑音の音のレベルより弱い鳴り続けていれば、信号を長い時間、周波数の大きさで見ると(長時間FFT変換を行う)ドの音が他のノイズの大きさより大きくなります。小さな音でも周波数を分け時間で積算すればノイズよりずっと大きな音のレベルとなります。ホワイトノイズは常に同じ周波数を出すのではなくランダムに変化しています。そのため、常に同じドの音が出ていれば雑音の中でも相対的に大きくなって検出できます。

今度は、ドの音だけでなくドレミの音階をそれぞれの音を10分間ずつ鳴らします。そうすると単音の検知の方法を繰り返してドレミの音階を検知できます。ドだけの検知より例えば常にミの音が雑音として混ざっている様な状況で単音が雑音で邪魔されても全体として確実にドレミの音階を検知できます。

ドレミの音階の様にひとつの信号として送る値に対して違う周波数の時間変化として送る方法がスペクトラム拡散です。

もう一つのドレミの音階をド始めて1オクターブ送った時の値を0とし、レから始めて1オクターブを送った時の値を1、同様、ミから始まったときは2。以下、3、4、5と1オクターブのメロディに割り当てます。正確には送信する電波法の周波数制限を超えないようにドレミファソラシドの8音の周波数範囲に限るため、8音を超えたら低いドに戻って送ります。(アップチャーム)

チャープは、英語で「小さな鳥や虫の小さく強く高い音」の事です。

(of a small bird or an insect) make a short, sharp, high-pitched sound.

まとめるとピアノのドレミの音階を始める音を変えて送る方法がドレミのメロディを小鳥の発する一つの文字として送るイメージです。

この様に一つの値を長い時間かけて送る方法をLoRaの通信方式は取っているため「一つの値を送るのに時間がかかる」=「通信速度が遅い」になります。さらに雑音に埋まってしまう様な弱い信号でも通信データとして取り出せます。

言い換えると20mWの許可の要らない弱い電波で低軌道衛星と地上の様な電波を邪魔するものがない理想の電波状況では100kmの通信が可能となります。



左のシステムは300m四方の工事現場で使用するLoRaノード9台とゲートウェイ1台で多地点観測するシステムです。

9台のノードは単2乾電池8本内蔵し10分計測・送信で1年動作する設計のシステムです。

LoRaが弱い電波で遠くまで届く理由も分かり実際、重機が動き回り建物も立つような場所でも安定した観測を続け実績を重ねています。