

グラントマスタクロック
GM200資料
【GNSSアンテナ】

Version B - June 2019
Part Number 106131-00



1.1 GNSS アンテナ

アンテナはGNSS衛星信号を受信し、受信機に渡します。GNSS信号は1551MHz~1614MHzの範囲のスペクトラム拡散信号で、導電性または不透明な表面を貫通しません。したがって、アンテナは空の明確な眺めと屋外に配置する必要があります。内部のGNSS受信機は、統合されたLNAを備えたアクティブアンテナを必要とします。受信したGNSS信号は、地球の表面で約-130dBmの非常に低い電力です。トリンプル社のアクティブアンテナには、受信機に配信する前にGNSS信号をフィルタリングして増幅するプリアンプが含まれています。

制御基板の回路は、外部のアクティブGNSSアンテナのSMA同軸コネクタにDC電源電圧を供給します。アンテナ電源電圧は、内蔵電流リミッタによるオンボードオープン/ショート検出により、短絡に対して完全に保護されています。GM200™には、フルアンテナ監視回路が搭載されています。

1.1.1 RF出力上のアンテナの電源供給

アンテナの電流の流れが開回路を上回り、短絡検出閾値を下回っていることを確認します。

電圧: +5V DC +/-0.5V.

電流検知: 開回路 < 10mA, ショート回路 > 100mA.

1.1.2 アンテナのゲイン要求事項

GM200™は、最適な性能を発揮するため、低ノイズアンプ(LNA)を内蔵したアクティブGNSSアンテナを必要とします。アンテナLNAは、受信した衛星信号を2つの目的のために増幅します。:

- a) ケーブルにあるロスの補填
- b) レシーバのフロントエンドに適した範囲で信号振幅を持ち上げる

タスクb)は最小で15dBの増幅を必要とし、20dBはGM200™にとって最適な数値です。アンテナの間にケーブルを接続せずに受信機に直接接続されている場合、これは必要なLNAゲインです。

アンテナと受信機間のケーブルとコネクタが信号損失を引き起こします。必要最小限の 15 dB およびアンテナの実際の LNA ゲインに対するオーバーヘッドは、タスク a) で使えます。したがって、アンテナに30dB LNAゲインが付いている場合、ロス補填するために15 dBを使用できます。

言い換えれば、アンテナと受信機間のすべての要素(ケーブルとコネクタ)の減衰は30dB LNAで合計15dBまで可能です。アンテナの種類が異なる場合、15dBとアンテナのLNAゲインの差を利用可能な補償機能として使用できます。15dBからすべてのコネクタの挿入損失(または数が何であれ)を差し引き、残りはケーブルが超えてはならない最大損失です。GNSS信号は熱ノイズフロアに隠れているため、アンテナLNAがシステムに必要以上のノイズを追加しないようにすることが非常に重要です。したがって、低ノイズの数値は絶対増幅よりもさらに重要です。

トリンプル社では、受信機モジュールのアンテナ入力に 35dB を超えるゲイン(LNA ゲインからすべてのケーブルおよびコネクタ損失を差し引いたもの)を持つことをお勧めしません。レシーバモジュールのコネクタでの残りのLNAゲインの推奨範囲は、20dB~30dBで、最低15dB、最大35dBです。

1.2 アンテナの位置決め

1.2.1 空の可視性

GNSS 信号は、アンテナと衛星間の直接ラインでのみ受信できます。アンテナは、可能な限り空全体見える必要があります。地球の北半球から見ると、より多くの衛星が北方向ではなく南方向に見えるようになります。したがって、アンテナは南の空を見開いている必要があります。設置場所に障害物がある場合は、アンテナを障害物の南に配置する必要があります。

設置場所が南半球にある場合、上記の記述は逆になり、より多くの衛星が北方向に見えるようになります。赤道の近くでは、それは問題ではありません。

部分的にしか空が見えない場合、空に見える衛星のジオメトリのために、たいてい、低質のDOP値を引き起こします。受信機が空の小さな領域しか見ることができない場合、DOPは不確実性が高く、より良い幾何学的分布を持つ条件に比べて悪化します。受信機が6つの衛星を見ていて、すべて近くに、まだ4つの衛星を見る受信機よりもはるかに悪いDOPを得ているかもしれませんが、すべて空の異なるコーナーにあります。受信機のDOPフィルタは、高DOP(高い不確実性)を持つ修正を拒否するため、空の可視性が部分的に妨げられる場合、最初に許容できる修正を取得するのに時間がかかることがあります。

1.2.2 多重反射

多重反射は、GNSS 信号が金属表面・壁・遮蔽ガラスなどの物体で反射される際に発生します。アンテナを回避できる場合は、壁・窓・その他の大きな垂直物体の近くに配置しないでください

1.2.3 ジャミング

GNSS信号妨害や、アンテナLNAや受信機のフロントエンドを飽和させる外部RFソースで受信機機能が妨げられた場合に、ジャミングは発生します。ジャミングを検出するための良い指標は、GNSSを除く他のすべての機器をオフにしています。この状態で衛星信号レベルをご確認ください。その後、他の機器のスイッチを入れ、信号レベルが下がっているかどうかを確認します。信号レベルの低下は、他の機器からのGNSSへの干渉を示します。ただし、この方法では、考えられるすべての種類の妨害を検出することはできません。偽の事象を検知することは難しいです。50 Hz のような低周波フィールドは、受信機を詰まらせる可能性は低いです。ブロードバンドスパークは、偽ジャミングの潜在的な原因です。しかし、一般的な導入ルールや仕様はありませんが、詰まり信号の性質に大きく依存し、数え切れないほど多くのバリエーションが可能であるため、試験シナリオを標準化することはできません。

1.2.4 接地面

アンテナの下の金属板または表面は、下からの信号反射をブロックすることが出来ます。これは、受信機が高いマストまたは他の高いサイトに取り付けられている場合に、反射軽減の良い方法です。

1.2.5 GNSS アンテナケーブリング

トリングル社では、低ロスの同軸ケーブルを推奨します。

同軸ケーブルの任意の長さを使用すると、GPS信号に複数の時間遅延が追加され、計算した時間ソリューションの絶対精度に影響します。時間遅延はケーブルの誘電体材料の種類に依存し、3.3~6.5 ns/mの範囲です。

アンテナ ケーブルの遅延は、ハードウェアのクロックをわずかに進め、GPS アンテナケーブル長によって発生する信号遅延を取り消します。調整を計算するには、適切なケーブル種類の信号伝搬速度を選択し、ケーブル長で乗算します。

たとえば、標準の RG-59 アンテナ ケーブルの伝搬速度は 4.07ns/m です。25 m ケーブルの遅延は 101.75ns (25 x 4.07 = 101.75) になります。

GNSS ケーブルの外側のシールドは、ケーブルシェルを介してシャーシのコネクタ 接地に接続する必要があります。コネクタ接地はシャーシに結び付けられています。シャーシは、ラックに接続された 14AWG ワイヤを持つリング端子を利用する第一種接地に接続されます。GNSS ケーブルの外側シールドに破損はありません。

【参考 ANSI/NFPA 70、国家電気コード(NEC)、特にセクション 820.93】

備考： グランドマスタクロック本体が確実にアース接続されている際のみ、GNSS アンテナケーブルは接続してください。

1.2.6 落雷の考慮

直接落雷からアンテナを保護することはできません。しかしながら、接続デバイスは保護デバイスを介して二次的な影響から保護することができます。トリプル社では、受信機と接続されたデバイスを保護するために、アンテナラインにインラインの避雷器を取り付けることをお勧めします。インライン避雷器は、アンテナとケーブルが建物に入るポイント間の低インピーダンスの接地に取り付けられています。

1.3 GNSS 調整パラメータ

工場出荷時の GNSS パラメータは、サンダーボルト PTP または NTP サーバのほとんどの導入に使用出来ます。また、これらのパラメータはアンテナ取付環境にも影響を受けます。

特定の受信の問題やタイミングの問題がない限り、工場出荷時設定のパラメータは変更しないでください。（事前に最寄りのトリプル担当者に変更について協議することを推奨します）

注：（例外） 導入時の特定ケーブル長に合わせて調整が必要のため、アンテナ遅延パラメータは変更が必要です。

チューニングのパラメータは、この章で前述したすべてのアンテナ位置とケーブル接続の指示に正しく従った後のみ変更する必要があります。パラメータは、Web インターフェース(同期管理/GNSS)または CLI(gnssの取得・設定)のいずれかによって変更できます。次のパラメータの説明では、GNSS の Web ページはデモンストレーション用に使用されますが、CLI コマンドも使用でき、第 4 章で説明します。

Logout Disable auto-logout Welcome *trimblesuper*.
You have *super* access rights.

Trimble
Transforming the way the world works

Thunderbolt PTP GM200

GNSS Configuration

SYSTEM STATUS

INTERFACE MANAGEMENT

SYNCHRONIZATION MANAGEMENT

PTP
NTP
GNSS
Sync Source
Output

SECURITY MANAGEMENT

SYSTEM MANAGEMENT

Constellation Selection

GPS GLONASS Beidou Galileo QZSS

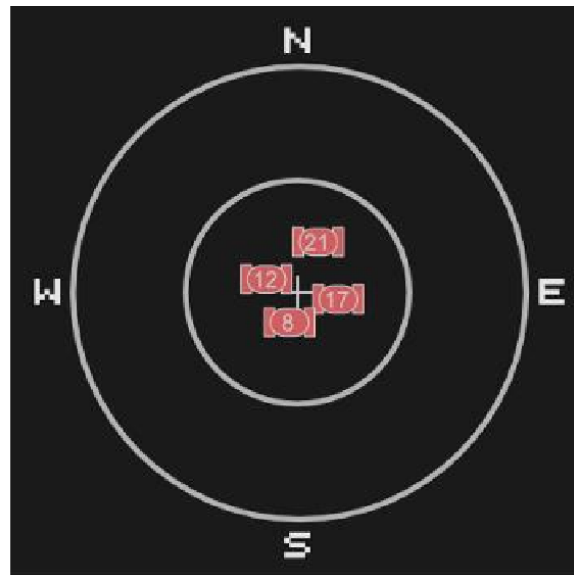
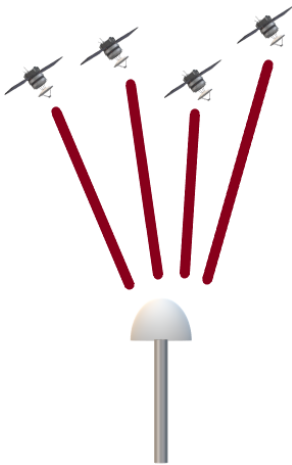
Position Settings

Positioning Mode Automatic	Survey Length (secs) 2000	Receiver Status Normal
Latitude (degrees) 37.38433	Elevation Mask 10.0	Receiver Mode Overdet Clock (Time)
Longitude (degrees) -122.00631	PDOP Mask 3.0	Antenna Delay (nS) 0
Height (meters) -5.84	Signal Level Mask 0.00	

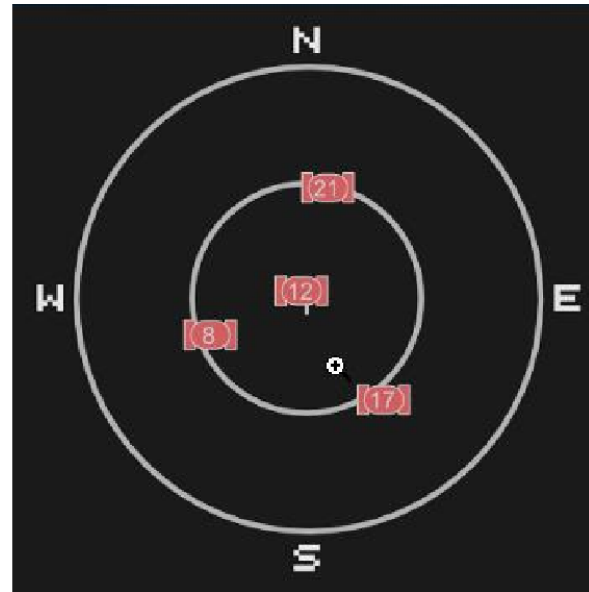
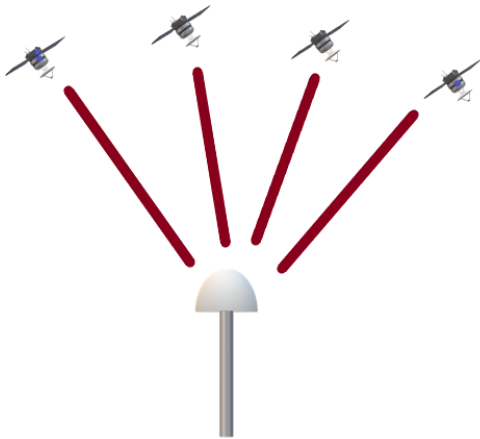
Restart GNSS Receiver
Do nothing

1.3.1 PDOP Mask

位置精度の希釈（PDOP : Position Dilution of Precision）は、受信機によって使用されているGNSS衛星群の幾何学的考慮によって、GNSSの位置及び時間座標の精度が低下する係数です。空に密集している衛星セットはPDOPが高く、位置精度が低くなります。受信機から見たときに大きく離れている衛星は、PDOPが低く、位置精度の向上に貢献します。不適当なジオメトリでのGNSS衛星群（高DOP）



良好なジオメトリでのGNSS衛星群 (低DOP)



位置精度の希釈は、位置固定の信頼水準を示します。DOPが低い数値は高い信頼水準を、高い数値は低い信頼水準を示します。高DOP値は可視衛星の幾何学が不十分であることが原因で発生します。DOPマスクが下がると、不十分な（高い）DOPが修正・除外され、高い信頼度の修正のみを受け入れて、参照位置の品質が上がります。但し、DOPマスクの設定が低過ぎると、位置固定がマスク基準を満たす回数が少なくなるため、自己調整完了に位置修正量を収集するのに時間がかかり、結果的に自己調査時間が長くなる可能性があります。工場出荷時のDOPマスクは3です。これは必要に応じてユーザーが構成できます。ほとんどのアプリケーションでは、3のPDOPマスクで、精度とGPS範囲の間で満足のいくトレードオフを提供します。

許容範囲: 0.0~10.0. (工場出荷時: 3)

備考: PDOPは自己調査もしくは受信機が位置固定を実施している時ならいつでも適用可能です。

1.3.2 調査の長さ

工場出荷時の数値は 2000 秒です。電源を入れた際、GM200は2000か所の位置固定を平均化して、自己調整を実施します。調査完了までの位置固定の数は構成可能です。自己調整中のレーザモードは2D/3D自動で、受信機は3次元（3-D）位置のソリューションを取得する必要があります。2D/3D自動モードの最初の修正では、5つ以上の衛星を含める必要があります。最初の修正が成功した後、4つの衛星のみが必要です。必要数の衛星が表示される数より少ない場合、GM200は自己調査を中断します。レーザが頻繁に隠れているか、不完全な星座が原因で幾何学が不十分な場合、3-Dモードが実現しない場合があります。調査が完了すると、レーザは自動的に決定モードに移り、位置計算の平均値が保存され、タイミングソリューションに使われます。

過剰に決められたクロックモードでは、静止したタイミングアプリケーションのみ使用されます。これは、調査された位置が決定すると、GM200の工場出荷時のモードです。タイミングソリューションはT-RAIMアルゴリズムで修飾され、ソリューションから欠陥のある衛星を自動検出して削除します。時間ソリューションの一貫性を向上させるため、自己調査の長さを14400秒か4時間に拡張することが可能です。

4時間あれば、衛星は軌道を完全に、もしくは途中で移動できます。一部の衛星がブロックされている場合、その期間中、少なくとも数回PDOPを最小化できます。これで、最大の時間をかけると、本体は位置を平均化し、一般的に最良のPDOPになり、現在のアンテナ位置を適用できるようになります。

自己調査時間は86400秒(24時間)に延長でき、コンステレーション全体を見ることができ、また、電離層モデルエラーによる日の動きを見ることができます。これは、受信機が1日にわたって空で観測するすべての人工衛星を利用する非常に良好な位置固定平均を提供します。Over Determinedモードの待機時間(24時間)は、既定の33分(2000秒)よりもはるかに長いです。これはユーザーアプリケーションの要因の可能性があります、それ以外の場合、自己調査期間を長くすると、ソリューションが改善される可能性があります。

許容範囲：60 ~ 259200. (工場出荷時：2000)

1.3.3 *Elevation mask*

一般的に、低標高衛星からの信号は、標高の高い衛星からの信号よりも品質が低くなります。これらの信号は、電離層層と対流層を通過し、大気条件で歪みを受けます。たとえば、標高マスクが10°の場合、位置固定計算から非常に低い衛星を除外し、低い衛星の信号を使用して発生する可能性のあるエラーの可能性を低くしていきます。

許容範囲：0.0 ~ 90.0. 工場出荷：10

1.3.4 *C/No mask*

受信したGNSS衛星信号の品質は、C/No数値(Carrier-to-Noise power ratio)として表示されます。低い数値のC/Noは低標高衛星、部分的に隠れた信号(例えば、高密度の障害物等によって)もしくは、反射RF信号(多方向)に起因している可能性があります。

マルチパス(多重波伝送路)では、位置とタイミングソリューションを低くさせる可能性があります。マルチパスは高層ビルが多く、鏡面ガラスの多勢を占める都市環境では非常に一般的にみられます。反射信号は各反射が信号を減少させるため、弱い(低い数値のC/No)傾向があります。

開放された空の下でアンテナを設置(屋外アンテナ配置)する場合、最適な結果を得るには、35dB-HzのC/Noマスクを推奨します。但し、空が隠れている状態(屋内使用)では、マスクを十分に低くして、有効な弱い信号を使用できるようにする必要があります。屋内の操作には、0dB-Hz(0)のC/Noマスクを推奨します。

許容範囲：0.0~55.0. (工場出荷：3)