

LIGO SCIENTIFIC COLLABORATION
VIRGO COLLABORATION

Document Type	LIGO-T1400054 VIR-0176A-14
The LSC-Virgo White Paper on Gravitational Wave Searches and Astrophysics (2014-2015 edition)	
The LSC-Virgo Search Groups, the Data Analysis Software Working Group, the Detector Characterization Working Group and the Computing Committee	

5. Characterization of the Detectors and Their Data

p200-213

ICRR
Kenji Ono

aLIGO scienceにおける

達成目標

- ・ 重力波チャンネルのための正確なキャリブレーション、タイミング、状態の情報の提供
- ・ data qualityがひどいものを特定し取り除く
- ・ よく理解および実証された環境モニタシステム(PEM)の提供
- ・ 短時間トランジェントの消去
- ・ ラインノイズ、周波数依存ノイズの消去
- ・ low latencyという条件下で高いdata qualityの提供

detchar taskの優先順位

1. aLIGOサブシステムの特徴付け
2. aLIGO用へ環境モニタシステムのアップデート
3. aLIGOのengineering runへの参加
4. noise transientの原因追求と排除(veto)の方法の開発
5. 作製したツールのテスト
6. データ解析に対するdata quality issueへのサポート (science run、engineering runどちらも)
7. detcharの仕事の資料作成
8. 他の検出器とのcorrelation noiseの探査

1.aLIGOサブシステムの 特徴付け



- ・ 補助チャンネルが意味する物(日付、場所等)をまとめる
- ・ チャンネルの信号の忠実度の調査(サチり、ノイズレベル)
- ・ サブシステムや干渉計全体で信頼できる情報の記録
- ・ glitches, lines, featuresなどのartefactの同定と軽減
- ・ 様々なノイズの寄与を調べるためのnoise budgetの作製への寄与
- ・ サブシステム固有の問題へのより深い寄与

2. PEMのアップデート

aLIGO
installation

センサーの再配置

system upgrade

channel
renaming

hardware

- ・ 屋根の電波モニタ
- ・ レーザー、真空装置内部の周波数モジュレーション観測のための磁場モニタ
- ・ kHz-GHzの磁場スペクトルモニタ
- ・ 1Hz-10kHzの磁場モニタ
- ・ 静電モニタ
- ・ 天気観測システム
- ・ 宇宙線検出システム
- ・ 低周波音波モニタ

software

- ・ dead channel monitorのアップデート
- ・ channel snapshot
- ・ statistical channel update
- ・ channelの場所、キャリブレーションが記してあるweb page
- ・ 重力波検出の遅延を利用した天体位置同定
- ・ パルサーサーチコード、stochastic code
- ・ ロック時のcomb noiseのモニター

詳しくは-><https://dcc.ligo.org/LIGO-T1200221/public>

3.aLIGOのengineering run への参加

aLIGO engineering run

重要なソフトウェアのテスト

ソフトウェアのリリース/メンテナ
ンスの順序の確立

本物のサブシステムデータを用い
たdata characterization

データ解析グループの進度測定



detcharは

主要な調査が完了し、重要なソフトウェアの実行、テストが終わる事を目指すことにより、干渉計、サブシステムが長く安定したより長く安定するための状況を観測する素晴らしい機会になる。

4.noise transientの原因追求 と排除(veto)の方法の開発

S6での成果

検出器と補助チャンネルのアウト
プットとCBC search algorithm
を利用したglitchのパラメター化

信号間のcorrelationを自動的に解析
するUPV、hvetoなどのシステムによ
る”veto” segmentの生成

さらなる改善のため

- ・ 周波数、期間、SNRで広範囲に渡るパラメター空間でよく働き、検出器の信号とサンプリングレートが高い全ての補助チャンネルで動くglitchのパラメター化
- ・ 他の物理インプットをglitch parameterにするための研究
- ・ veto techniqueの拡張
- ・ data miningのための技術

Data Run Support

サポートの種類

search group、commissioning group
と一緒に重要な性能指数を決め、表示し
たり、観測の毎日のsummary pageを作
成する。

LIGO LaboratoryとLSC scientistと協
力しデータ解析パイプラインの確認のた
めにハードウェアにシミュレーションに
より得られた重力波シグナルを入れる。

特にcommissioning groupのサポートを通してより強い関係を育み、
engineering runでの円滑なコミュニケーションを得る。

Commissioning Support

Detector Commissioning and Characterization Projects

- ・ 重要な性能指数やコミッショナーに繰り返し使われる物を表示するdaily summary pageの立ち上げ
- ・ bounce/rollの周波数でのエネルギー強度のdemodulationによるクラックリングノイズの測定
- ・ 何かしらのエレクトロニクス、破損データによりサチるもしくは励起される光学、サスペンションのmechanical modeのモニタ開発
- ・ laser deathの早期警報システムの作製とそのタイムスケールに関する理解
- ・ ロック状態のロスの原因説明
- ・ TMの散乱吸収の記録

- ・ TCSの正確性とロック後の熱上昇によるdown timeの低減のためのTMの熱状態の推定装置の作成
- ・ 電車、地震、交通由来のロックの不安定性の早期警報システムの開発
- ・ 音響ノイズとoutput mode cleanerが入っている真空チェンバ0のハードウェアとのカップリングの調査

Subsystem characterization

subsystem matrixと呼ばれるタスク表を基に、サブシステム毎のタスクをこなす。また、それぞれのサブシステムに設定された連絡役は、コミッショニングのエキスパートそして状況などをdetcharに報告する。

<https://wiki.ligo.org/DetChar/AligoSubsystemMatrix>

Software Infrastructure

ソフトウェアの種類

EPICS、DTT、DataViewer
->コントロールルームでの操作、モニタのため

DMT
->キャリブレーション、veto、graphical monitoringなど

Data quality monitoring
->veto selection、transient、coherence、line monitorなど

detcharのやるべきこと

data quality informationのレポートリ作製のため、ソフトウェアの情報を統合する。

コラボレーションメンバーが簡単に信頼できるデータにアクセスできる環境を整える。

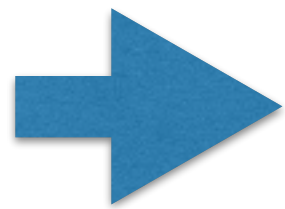
実現のためにはさらなる人員が必要

Software priorities

- ・ オンラインで出力、補助チャンネルを常に見る glitch parametrization software の実装とテスト
- ・ LIGO daily report webpage のモニタリングシステムの実装
- ・ 検出器、サブシステムの状態を監視し、検出器の状態を提供する ODC の開発と実装
- ・ チャンネルの名前、サンプリングレート、解説、適切なサブシステムへのリンクなどが書かれた CIS の開発の継続
- ・ quality flag と veto segment の自動化と改善
- ・ dead channel monitor の改善
- ・ 最初の run での data quality flag の基礎を作る最初のサブシステムモニタのソフトウェアの開発
- ・ 入出力速度やロバスト性の向上、UI の改善のための segment database の開発の継続
- ・ 新しいトリガデータベースの作製
- ・ データを見たり改変したりする NDS2、ligoDV のような data access/viewer/processing ツールの開発の継続
- ・ veto production algorithm の改善の継続
- ・ dat quality と veto flag を online production へ移行する
- ・ 適切な縮小データの保持

Calibration

差動のarmの長さを保つcontrol loopのチャンネルからのデータストリームを、
腕の長さで規格化した差動 $h(t)$ (strain)に変換すること



loopの伝達関数のため、様々な測定、モデリング等を行わなければならないため難しい

精密な測定法

photon calibrator
->aLIGOでインストール中

laser frequency modulation

今後の課題

low latency calibration
大体1s-0.1sオーダー

calibrationのリアルタイムモニタ